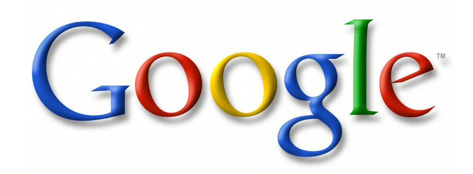
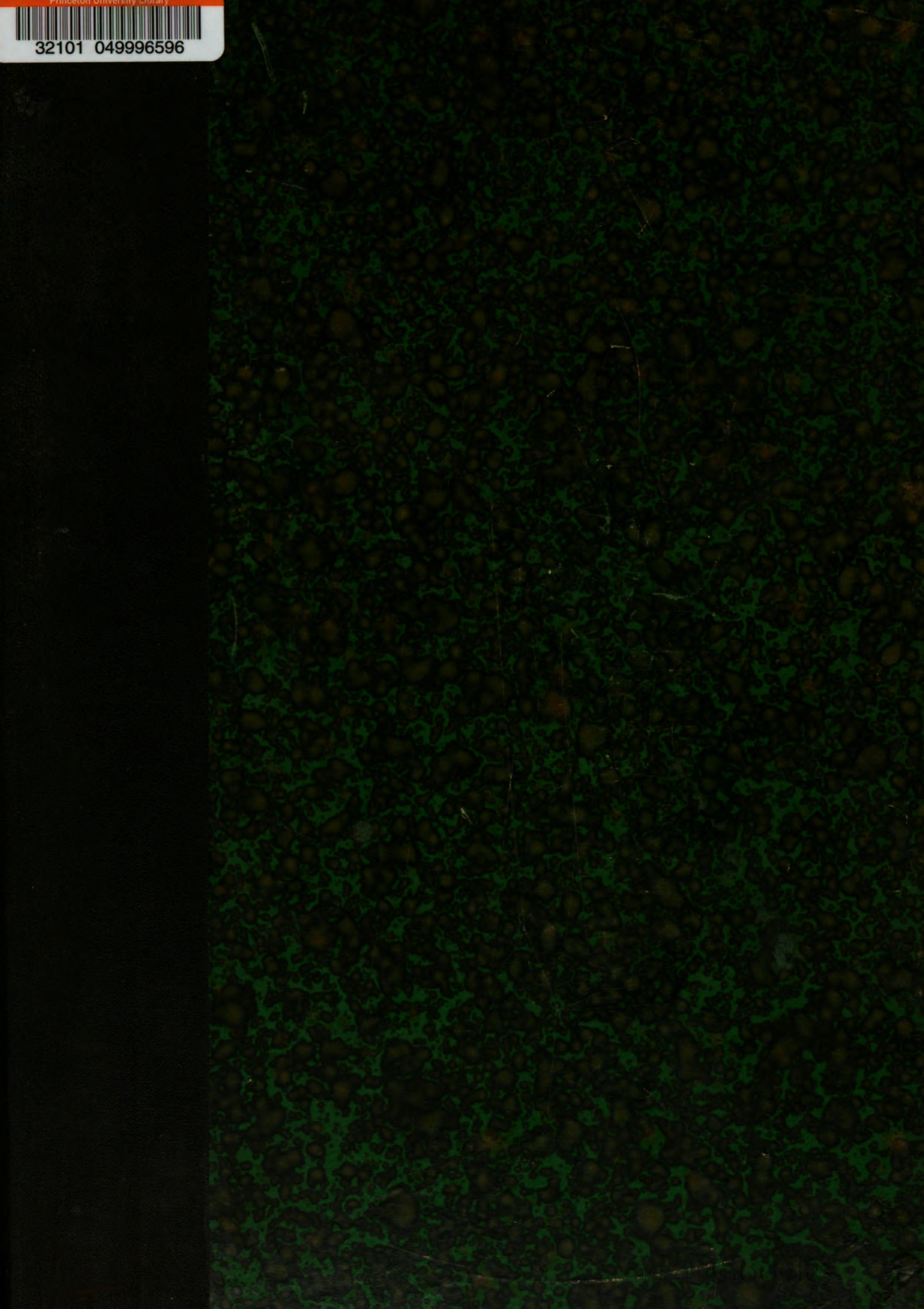
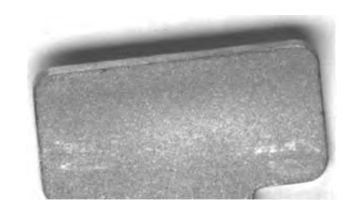
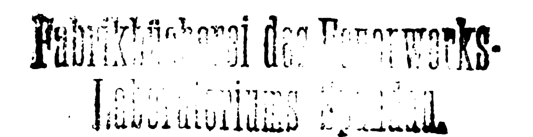





VET TES EN
NOV TAM TVM
Dei
Sub Numine
Viget





DINGLERS

POLYTECHNISCHES JOURNAL

Herausgegeben

von Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-W.

Dozent an der Königl. Technischen Hochschule zu Berlin.

Vierundachtzigster Jahrgang 1903.

Band 318.

MIT 1690 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.



BERLIN W.

RICHARD DIETZE, VERLAGSBUCHHANDLUNG

(Dr. R. DIETZE).





DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 1. **Berlin, 3. Januar 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Mitteilungen von der Oberlausitzer Gewerbe- und Industrie-Ausstellung in Zittau 1902.

Von **Fr. Freytag** in Chemnitz.

Auf der vom Gewerbeverein Zittau unternommenen, die sächsische Oberlausitz umfassenden Ausstellung waren hauptsächlich Maschinen für die Textilbranche, solche für Färberei, Bleicherei, Appretur und Druckerei, Maschinen für die Thonwarenfabrikation und solche für landwirtschaftliche Zwecke anzutreffen. Zum Betreiben dieser Maschinen auf elektrischem Wege dienten zwei in der Maschinenhalle der Ausstellung aufgestellte Dampfmaschinen der *Aktien-Gesellschaft Görlitzer Maschinenbauanstalt und Eisengiesserei* in Görlitz und der Firma *Richard Raupach* ebendaselbst.

Die Maschine repräsentiert den normalen Typus der von der Firma gebauten Ventildampfmaschinen ohne jedwede Besonderheit gegenüber den bisher gelieferten derartigen Maschinen. Namentlich gegenüber den 4000 pferdig. Maschinen, von denen Zeichnungen und Beschreibungen in No. 6 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 8. Februar 1902 veröffentlicht wurden, weist die vorliegende Maschine keinerlei Neuerungen auf; insbesondere sind die Steuerungen beider Zylinder dieselben, wie auf genannten Zeichnungen angegeben.

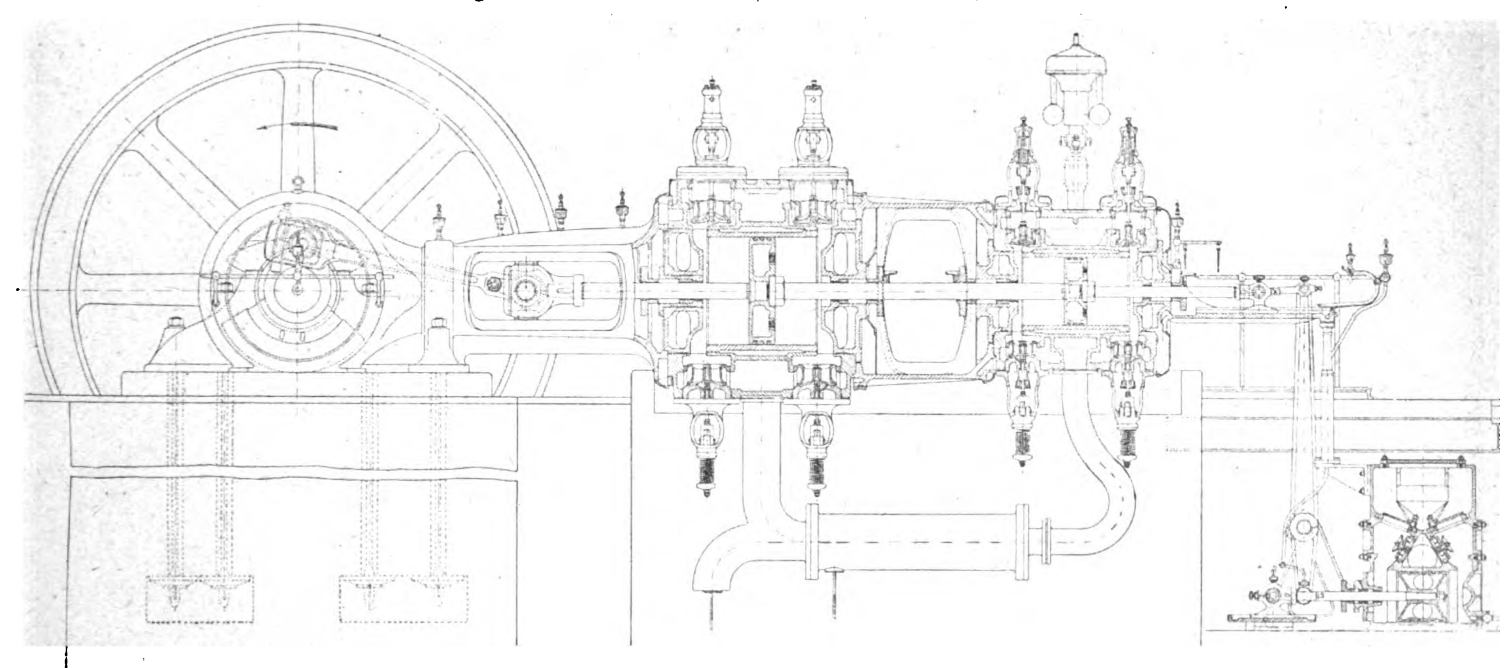


Fig. 1.
Liegende Tandem-Verbunddampfmaschine von Raupach mit Ventilsteuerung, Patent Elsner.

Die von der erstgenannten Firma gelieferte Zweizylinder-Verbunddampfmaschine mit Kondensation von 450 bezw. 700 mm Zylinderdurchmesser und 800 mm gemeinschaftlichem Kolbenhub entwickelt mit einer anfänglichen Dampfspannung im Hochdruckzylinder von 9,5 Atm. Ueberdruck und mit 96 minutlichen Umdrehungen die ökonomisch vorteilhafteste Normalleistung von 250 PSi bezw. 210 PSe.

Die für überhitzten Dampf von 300° C. eingerichtete Maschine entspricht bezüglich der Formgebung ihrer Einzelteile den bei der Görlitzer Maschinenbauanstalt üblichen Ausführungen. Der Hochdruckzylinder hat *zwangläufige* Ventilsteuerung nach *Collmann*, die sich seit Jahrzehnten bestens bewährt hat, der Niederdruckzylinder eine von Hand einstellbare einfache Ventilsteuerung.

Die von *Richard Raupach* in Görlitz ausgestellte liegende Tandem-Verbunddampfmaschine mit Ventilsteuerung, Patent *Elsner*, ist in Fig. 1 bis 4 dargestellt. Sie hat Zylinder von 450 bezw. 710 mm Bohrung, 600 mm Kolbenhub und leistet bei 125 minutlichen Umdrehungen mit 9,5 Atm. Anfangsdruck im Hochdruckzylinder normal 305 PSi bezw. 250 PSe, maximal 385 PSi bezw. 320 PSe. Die ebenfalls für hochüberhitzten Dampf eingerichtete Maschine vermag bei direkter Kuppelung mit einer Dynamomaschine mit 150 minutlichen Umdrehungen eine Höchstleistung von 380 PSe zu entwickeln. Auf der Ausstellung gab sie ihre Kraft wie auch die vorgenannte Dampfmaschine der Görlitzer Maschinenbauanstalt, mittels Lederriemens auf eine zum Antriebe von Dynamomaschinen dienende Vorgelegewelle ab.

Da die Firma *Richard Raupach* an den von ihr erbauten Ventildampfmaschinen in den letzten Jahren verschiedene Neuerungen und Verbesserungen getroffen hat, dürfte eine eingehendere Besprechung der in Zittau ausgestellt gewesenen Dampfmaschine am Platze sein.

Wie die Abbildungen erkennen lassen, ist der Niederdruckzylinder an dem mit Rundführung für den Kreuzkopf und geschlossener Kurbelkammer versehenen Balken befestigt; es folgt ein kräftiges Zwischenstück mit seitlichen Oeffnungen zur bequemen Herausnahme des Niederdruckkolbens, an welches sich der Hochdruckzylinder anschliesst. Beide Zylinder haben heizbare Dampfmäntel; die eigentlichen Laufbüchsen sind eingesetzt und mit Kupfer abgedichtet. Das als Riemenscheibe ausgebildete, zweiteilige Schwungrad von 3500 mm Durchmesser und 650 mm Breite wiegt etwa 10 000 kg.

Der Hochdruckzylinder ist mit der wegen ihrer Einfachheit bemerkenswerten zwangläufigen Ventilsteuerung, Patent *Elsner,* der Niederdruckzylinder mit einer einfachen Ventilsteuerung ausgerüstet, die eine leichte Einstellung der Kompression und des Füllungsgrades dieses Zylinders von Hand gestattet.

Die mittels Kegelräder von der Schwungradwelle in Umdrehung versetzte Steuerwelle *a* (Fig. 3), trägt für jedes Ein- und Auslassventil des Hochdruckzylinders eine Kurbel, deren Zapfen mittels des Gleitsteines *b* in eine Schlitzscheibe *c* greift, die in dem Bügel der geführten Ventilzugstange *d* drehbar gelagert ist. Die Stange *d* steht durch den Wälzhebel *e* mit der Ventilspindel in Verbindung. Die jeweilige Lage des Schlitzes der Scheibe *c* bestimmt ein in Fig. 5 in grösserem Massstabe ersichtlicher, mit Zentralschmierung versehener Federregulator, der sich anderen derartigen Reglern gegenüber insofern auszeichnet, als er nur zwei Gelenke und als Ersatz der Bolzen vier Stahlschneiden besitzt. Der Regulator ist ferner mit einer von Hand bedienbaren Vorrichtung zur Tourenverstellung versehen, sodass die Geschwindigkeit der Maschine während des Ganges innerhalb weiter Grenzen verändert werden kann.

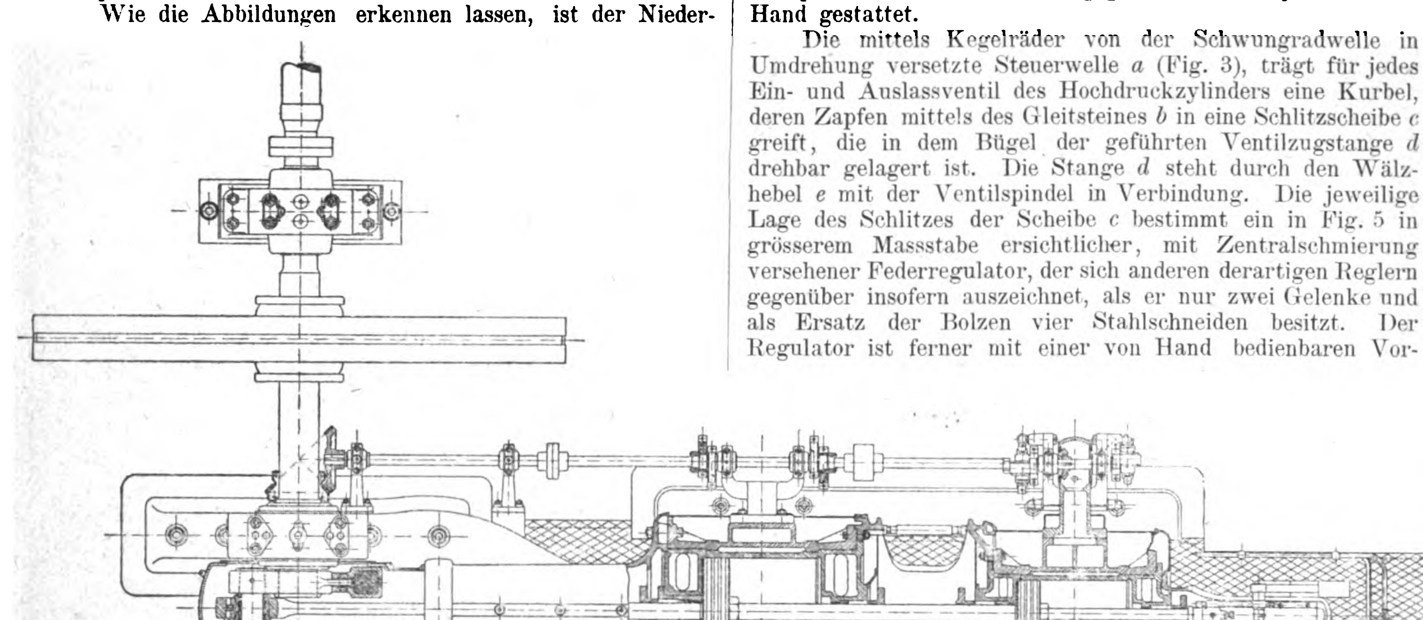


Fig. 2.
Liegende Tandem-Verbunddampfmaschine von Raupach mit Ventilsteuerung, Patent Elsner.

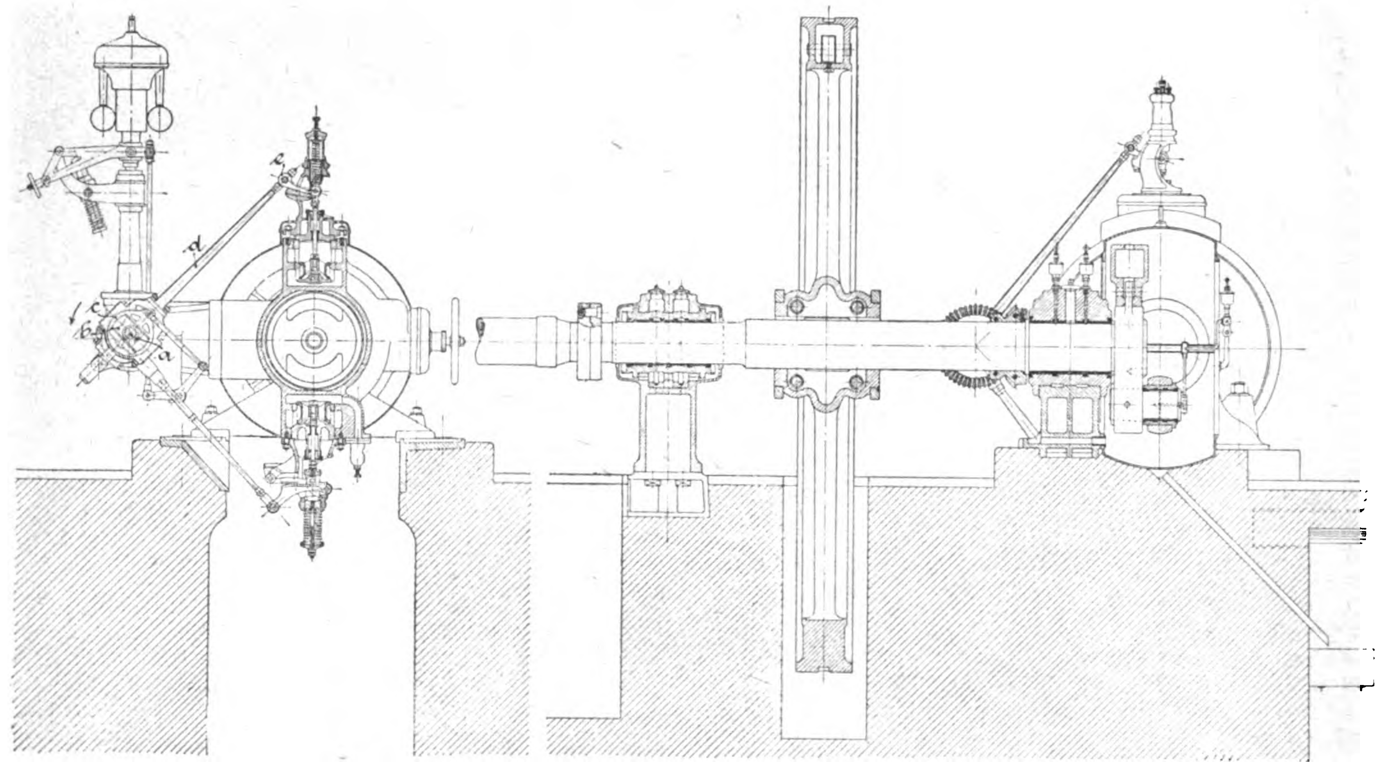


Fig. 3. Steuerung, Patent Elsner, zur Tandem-Verbunddampfmaschine von Raupach. Fig. 4.

Fig. 3 zeigt die Steuerung in der Totpunktlage der Kurbel, in der das betreffende Einlassventil um das lineare Voreilen geöffnet ist. Da hier Steuerkurbel mit Mitte Schlitzscheibe zusammenfällt, wird durch eine Verdrehung der letzteren keinerlei Einfluss auf die Voreinströmung ausgeübt; diese bleibt demnach konstant. Dreht sich die Steuerkurbel



in der Pfeilrichtung, so verschiebt sich der Gleitstein *b* in der Schlitzscheibe nach links und bewegt die Zugstange *d* nach abwärts, wobei das Ventil infolge Abwälzens des Hebels *e* auf einer darunter liegenden Bahn erst langsam, dann schnell angehoben und entsprechend wieder auf seinen Sitz zurückgeführt wird.

Die Auslassventile des Hochdruckzylinders werden je von derselben Kurbel in ähnlicher Weise zwangläufig gesteuert; die zugehörigen Exzenter sind behufs beliebiger Einstellung des Kompressionsgrades von Hand stellbar. Die aus geschmiedetem Stahl hergestellte Kurbel trägt ein mit Blei ausgegossenes, gusseisernes Gegengewicht. Sämtliche Lagerschalen sind aus Gusseisen gefertigt und mit Weissmetall ausgegossen; das hintere Schwungradwellenlager ist mit Ringschmierung versehen. Der aus Stahlguss bestehende Kreuzkopf hat gusseiserne Schuhe.

Der mit frischem Kesseldampf geheizte Zwischenbehälter steht mit dem Hochdruckzylinder durch ein Kupferrohr in Verbindung, das sich bei Erwärmung ungehindert ausdehnen kann.

Die doppeltwirkende Luftpumpe des unter Flur liegenden, mittels Wechselventils ein- und ausschaltbaren Kondensators wird von dem hinteren Ende der verlängerten Kolbenstange aus angetrieben. Ein Hauptaugenmerk ist auf die selbstthätige, sichtbare und leicht zugängliche Schmierung sämtlicher Einzelteile der Maschine gelegt. Die zur Oelzuführung nach den Zylindern dienedenn beiden Pumpen sind,

Für hervorragende Leistungen im Dampfmaschinenbau wurde auf Vorschlag der Preisjury der Zittauer Ausstellung der Aktien-Gesellschaft Görlitzer Maschinenbau-Anstalt und Eisengiesserei die Königl. Sächsische Staatsmedaille, der Firma Richard Raupach die goldene Medaille der Ausstellung zuerkannt. Letztgenannte Firma erhielt bereits auf der Sächsisch-Thüringischen Industrie- und Gewerbe-Ausstelung in Leipzig 1897 als höchste Auszeichnung für hervorragende Leistung

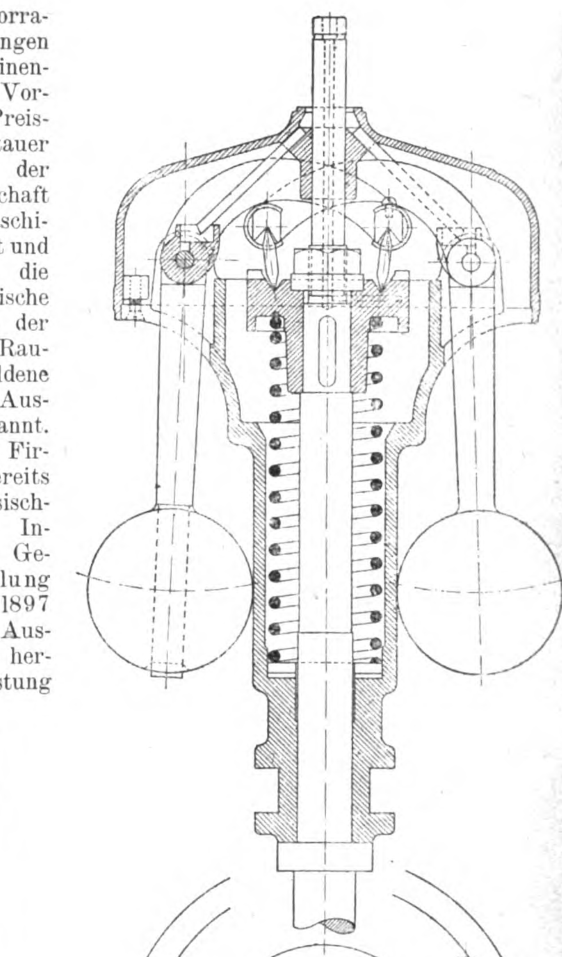


Fig. 5.
Federregulator.

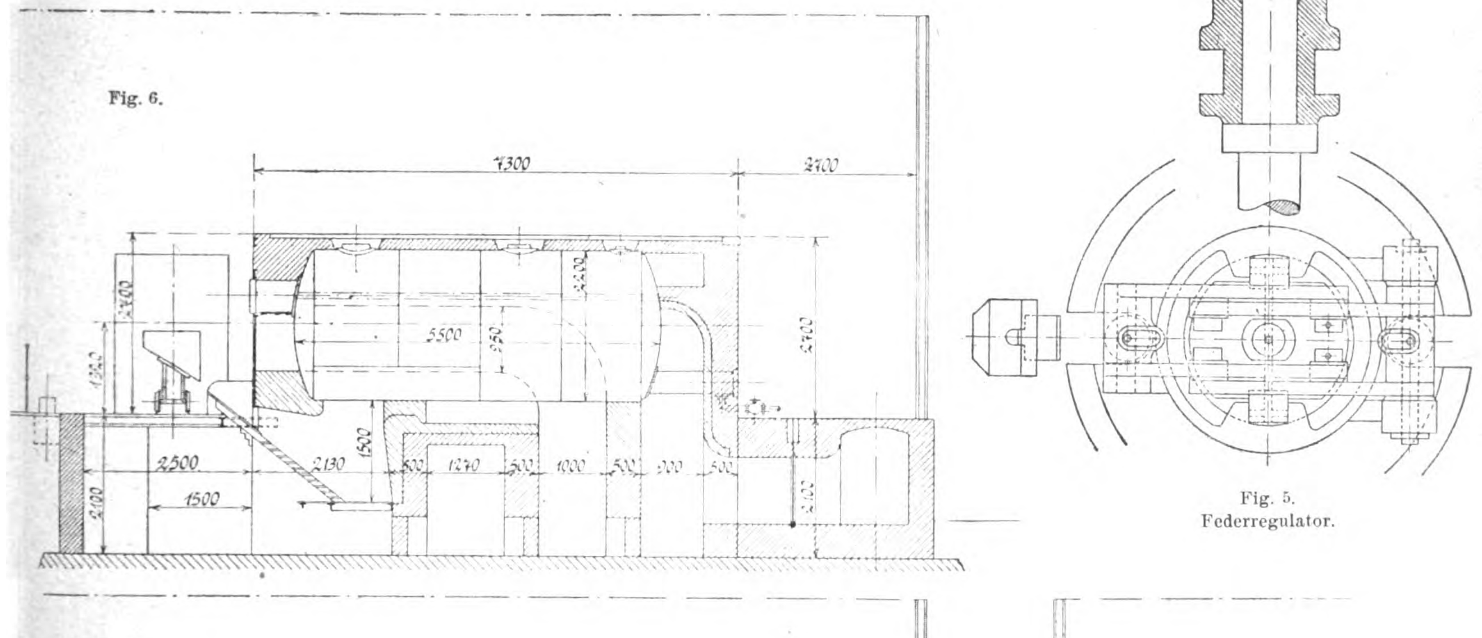


Fig. 6.

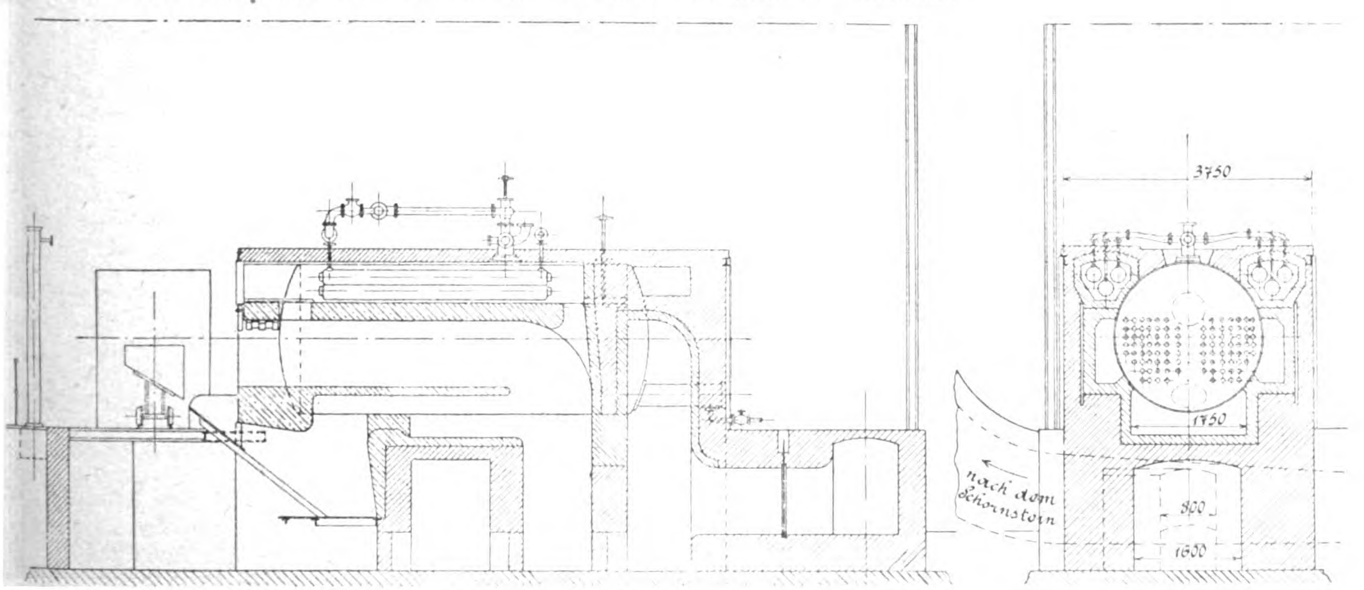


Fig. 7. Fig. 8.
Heizröhrenkessel mit Ueberhitzer der Zittauer Maschinenfabrik und Eisengiesserei A.-G. früher Kiessler & Co.

um sicher und geräuschlos arbeiten zu können, mit einem Reibungsantrieb versehen.

und Fortschritte im Dampfmaschinenbau für eine damals ausgestellte liegende Verbunddampfmaschine mit



Ventilsteuerung, Patent *Elsner,* von 120—150 PS die Königl. Sächsische Staatsmedaille.

Das für die Dampfmaschinen erforderliche Betriebsmittel lieferten zwei im Kesselhause der Ausstellung aufgestellte Dampfkessel der *Zittauer Maschinenfabrik und Eisengiesserei A.-G., früher Albert Kiessler & Co.* in Zittau und der schon genannten *Aktiengesellschaft Görlitzer Maschinenbauanstalt und Eisengiesserei* in Görlitz.

Die Bauart des seitens der erstgenannten Firma gelieferten Kessels von 170 qm wasserberührter Heizfläche lassen die Abbildungen (Fig. 6 bis 8) erkennen. Es ist ein liegender Heizröhrenkessel mit Ueberhitzer. Die Feuerung ist eine Treppenrost-Unterfeuerung. Die Heizgase durchstreichen den Unterzug, hierauf die beiden Seitenzüge und schliesslich die Heizrohre. Der Ueberhitzer hat 27,0 qm Heizfläche und 0,423 cbm Inhalt; er besteht aus doppelwandigen, schmiedeeisernen Rohren, von denen je 3 Stück in besonderen Zügen über den Seitenzügen eingebaut sind. Der Zutritt der Heizgase kann geregelt werden. Das Speisewasser geht durch einen Vorwärmer, der durch den Abdampf einer Dampfpumpe geheizt wird. Der Kessel hat einen Dampfraum von 4,15 cbm, einen Wasserraum von 12,33 cbm und eine Verdampfungsoberfläche von 10,32 qm. Es sind 3,4 qm gesamte bezw. 1,852 qm freie Rostfläche vorhanden. Der Querschnitt der Feuerzüge beträgt in den Heizrohren 0,605, in den Seitenzügen 0,57 qm, die Breite der Schieberöffnung 0,8 m, die Höhe des Schornsteins über dem Roste 35 m. Der engste Querschnitt des Schornsteins ist 1,131 qm.

Die nachstehenden Ergebnisse von Verdampfungsversuchen, die am 6. August 1902 mit Braunkohle vom Theodorschacht in Hartau bei Zittau von dem Oberingenieur des Sächsischen Dampfkessel-Revisions-Vereins, Baurat *Haage,* mit diesem Kessel ausgeführt wurden, sind inbezug auf Nutzwirkung der Anlage wie auch inbezug auf die Kosten der Dampferzeugung bemerkenswert.

Dauer des Versuches	8 Std.
Heizwert der Braunkohle	2265 cal.
Davon zur Dampfbildung nutzbar gemacht	77,7 %
Durschschnittlich verdampftes Speisewasser in der Stunde auf 1 qm Kesselheizfläche, bezogen auf Wasser von 0° und Dampf von 100° C.	10,4 kg
Mittlerer Ueberdruck des Dampfes . . .	9,3 kg/qcm
Ueberhitzung des Dampfes	16° C.
1 kg Brennstoff verwandelt Wasser von 0° in Dampf von 100° C.	2,77 kg
Erzeugungskosten von 1000 kg Dampf .	1,12 Mk.

Bei den Versuchen konnte nur eine ganz unwesentliche Vorwärmung des Speisewassers durch die geringe Abdampfmenge der Speisepumpe ermöglicht werden und nur ein sehr kleiner Vorwärmer von etwa 5 qm Heizfläche und etwa 0,1 cbm Inhalt zur Verwendung kommen. Dennoch sind hierdurch nahezu 4 Prozent an Brennmaterial erspart worden.

Der von der *Aktien-Gesellschaft Görlitzer Maschinenbauanstalt und Eisengiesserei* zur Ausstellung gebrachte Kessel (Fig. 9 bis 12) ist ein Einflammrohrkessel von 75 qm wasserberührter Heizfläche mit einem seitlich liegenden, aus zwei Wellblechen, Patent *Morison,* zusammengesetzten Flammrohr von 1250 mm kleinstem lichten Durchmesser und 13 mm Blechstärke. Der Betriebsüberdruck beträgt 10 Atm. Mit dem Kessel vereinigt ist ein Dampfüberhitzer von 30 qm Heizfläche von *A. Hering* in Nürnberg für eine Ueberhitzung des Dampfes auf 300° C. Der Zutritt der Heizgase lässt sich durch eine von aussen drehbare Klappe regeln. Die Rostbeschickung erfolgt durch einen selbstthätigen Feuerungsapparat, System *Münckner & Co.* in Bautzen.

Fig. 9. Fig. 10.

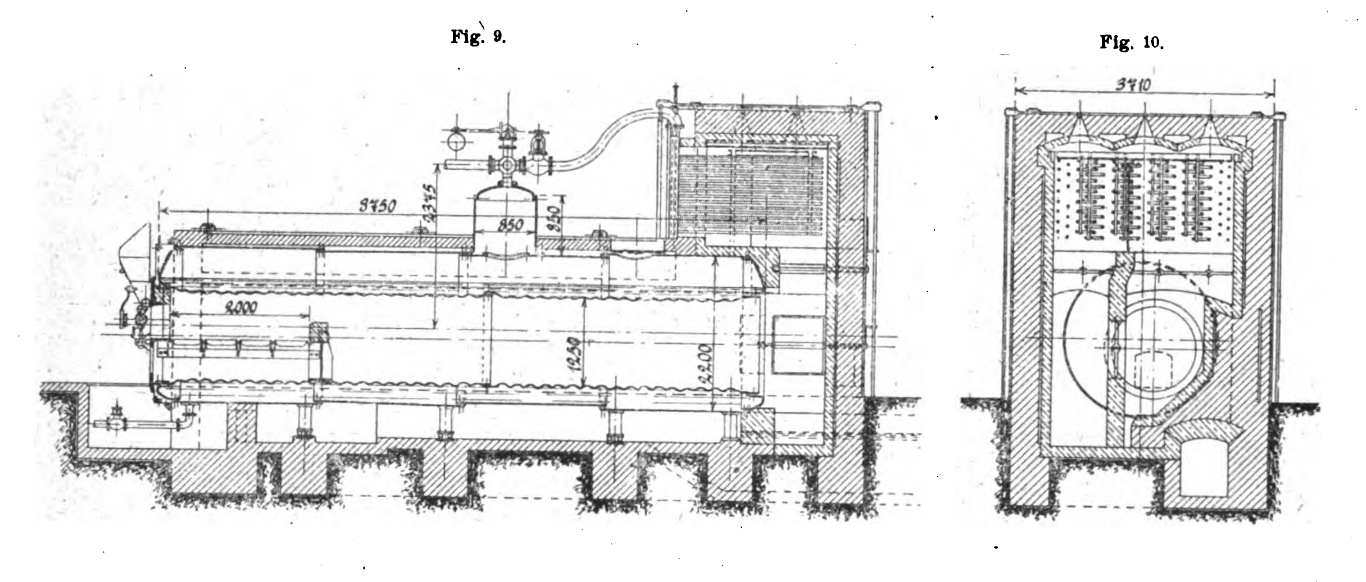


Fig. 11. Fig. 12.

Einflammrohrkessel der Aktien-Gesellschaft Görlitzer Maschinenbauanstalt und Eisengiesserei.

Zur Theorie der Kühlverfahren von Linde, Siemens und Mix mittels Kaltluftmaschine.

Von Dr. **Paul Berkitz**, Charlottenburg.

Die Theorie der Kaltluftmaschinen hat infolge des Erfolges, den *Linde* durch sein Luftverflüssigungsverfahren errungen hat, im Laufe der letzten Jahre eine erhöhte Bedeutung erlangt, da ja die Verwendung der flüssigen Luft in Wissenschaft und Technik, wenn auch nicht in so hohem Masse, wie man nach den ersten brauchbaren Versuchsergebnissen vielfach erwartet hat, so doch immerhin stetig und sicher zugenommen hat.

Die Früchte, welche *Linde* zeitigte, förderten die alten Luftverflüssigungsversuche von *Siemens* aus der Vergessenheit, der sie bereits anheimgefallen waren, wieder ans Tageslicht.

Gleichzeitig bezw. vor *Lindes* Versuchen wurde dagegen ein scheinbar ganz anderes Luftverflüssigungsverfahren, das sich von dem alten *Siemens*schen Verfahren nur durch Fortlassung des zur Gewinnung von mechanischer Nutzarbeit dienenden Expansionszylinders unterscheidet, von dem Naturwissenschaftler *Conrad Mix* in Berlin gefunden und auf Grund des ersten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie als richtig nachgewiesen.

Im Anschluss an die vorgenannten Kühlverfahren, insbesondere aber infolge des *Linde*schen Kühlverfahrens, durch das die permanenten Gase, wie Stickstoff, Sauerstoff und selbst Wasserstoff, in grösseren Mengen verflüssigt worden sind, sind vielfach theoretische Arbeiten über die verschiedenen Kühlverfahren mittels der Kaltluftmaschine und über die Ausführbarkeit dieser Verfahrungsarten in den Fachzeitschriften veröffentlicht worden. In solchen Arbeiten sind jedoch nicht selten Aussprüche enthalten, welche, insbesondere soweit sie sich auf das *Siemens*sche und das aus demselben abgeleitete Verfahren von *Mix* beziehen, unhaltbar sind bezw. irrige Vorstellungen über deren Durchführbarkeit erwecken. Da die Prüfung und Bewertung dieser drei wichtigsten Kühlverfahren mittels der Kaltluftmaschine auch über das Wesen des *Linde*schen Verfahrens neues und klares Licht ausstrahlen dürfte, so soll dieser Gegenstand unter möglichster Benutznng der früheren Arbeiten hier eingehend besprochen werden; insbesondere sollen die von *Mewes* in „Dinglers polytechn. Journal" sowie in der „Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie veröffentlichten theoretischen Arbeiten über das *Linde*sche Kühlverfahren berücksichtigt werden, in welchen eine Prüfung der Grundlagen der Theorie, nämlich der *Joule-Thomson*schen Formel

$$\delta_0 = \frac{p_2 - p_1}{4} \cdot \left(\frac{289}{T}\right)^2$$

an der Hand der Grundgesetze der mechanischen Wärmetheorie versucht worden ist. Auch *Joules* Versuche selbst sollen eingehend besprochen werden.

Den bisherigen Standpunkt der Theoretiker und Praktiker kennzeichnet Professor *M. Schröter* in dem Vortrage, welchen er über „*Lindes* Verfahren der Sauerstoffgewinnung mittels verflüssigter Luft" in der 36. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure am 19. August 1895 zu Aachen gehalten und in der Zeitschrift des Vereins Bd. 39 H. 39 veröffentlicht hat, auch heute noch für weite Fachkreise als richtig geltend dahin, dass im Gegensatz zu den Kaltdampfmaschinen die Kaltluftmaschine ausschliesslich auf der durch äussere Arbeit — Nutzarbeit — zu erzielenden Abkühlung der Luft beruhe, welche zuvor in einem Kompressionszylinder auf den gewünschten Druck (6 bis 8 Atmosphären) gebracht und durch Kühlwasser auf ihre ursprüngliche Temperatur abgekühlt wurde. (Vgl. den Streit zwischen Prof. *Raoul Pictet* und *Linde* über die Sauerstoffgewinnung nach *Pictet*schem Verfahren.)

Auf ein solches Kühlverfahren, bei welchem gleichzeitig noch das Gegenstromprinzip benutzt wurde, hat *William Siemens* im Jahre 1857 ein englisches Patent, No. 2064, genommen. Die Ausführung dieses theoretisch günstigsten Verfahrens scheiterte damals an praktischen Schwierigkeiten.

Da die Kompression möglichst isothermisch und die Expansion unter äusserer Arbeitsleistung in einem Zylinder adiabatisch erfolgt, so gelten für die Kompression und Expansion des *Siemens*schen Verflüssigungsverfahrens die bekannten thermodynamischen Grundformeln erstens für die Kompressionsarbeit in Wärmemass

$$A\,L = Q = A\,B\,T\,lu\,\frac{p_1}{p_0} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

worin

$$A = \frac{1}{425},\ B = 29{,}269 \text{ (für Luft)},\ T = 289,$$

p_0 der Atmosphärendruck, p_1 der Höchstdruck ist, zweitens für die Expansionsarbeit

$$A\,L_1 = Q_1 = c_v\,(T - T_x) \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

also theoretischer Arbeitsaufwand

$$Q - Q_1 = A\,B\,T\,lu\,.\,\frac{p_1}{p_0} - c_v\,(T - T_x) \quad (3)$$

drittens für die Beziehung zwischen Temperatur, Volumen und Druck

$$\frac{T}{T_x} = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^{k-1} = \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Infolge der Vorkühlung der erzeugten Pressluft nach dem Gegenstromprinzip sinkt die Temperatur T immer mehr, so dass, wie Gleichung 2 erkennen lässt, die Expansionsarbeit stetig abnimmt und somit die verbrauchte Arbeit in dem Arbeitsprozess bis zu einem dem stationären Zustande entsprechenden Grenzwert zunimmt.

Ferner bemerkt *Schröter* a. a. O., dass man in allen technischen Lehrbüchern den Satz findet, dass eine Kaltluftmaschine vollkommen unwirksam werden müsste, wenn man nach dem Beispiel der Kaltdampfmaschine den Expansionszylinder weglassen und die Luft einfach durch ein Drosselventil ausströmen lassen wollte; diese Anschauung gründe sich darauf, dass man mit einer für technische Zwecke genügenden Genauigkeit die Luft als ein vollkommenes Gas betrachtet, bei welchem zwischen den einzelnen Molekülen gar keine Kräfte wirken, und dass daher die gesamte innere Arbeit durch die zur Veränderung der Temperatur erforderliche Wärme geleistet wird.

Die hier von *Schröter* vertretene Anschauung älterer Kühlmaschineningenieure ist nicht nur theoretisch unhaltbar, sondern auch längst experimentell durch die Versuche von *de Saint-Vemant* und *Wantzel* (Mémoire et expériences sur l'écoulement de l'air, déterminé par des differences de pressions considérables; Journal de l'École polytechnique Bd. 16, 1839) und von *Weissbach* (Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, 3. Auflage, 1855 Bd. 1, S. 820) als unrichtig nachgewiesen worden.

Auch in der neuesten Ausgabe von *Zeuners* Thermodynamik Th. I, S. 163 und Th. II, S. 290 und 291, wird jene Anschauung *Schröters* vertreten und durch eine angebliche Beobachtung *Joules* begründet, nach welcher die in einem Gefässe eingeschlossene hochgespannte atmosphärische Luft keine Temperaturänderung erleidet, wenn man dieselbe nach einem zweiten Gefässe, welches vorher luftleer gepumpt wurde, expandieren lässt, vorausgesetzt, dass man die Temperatur nach der Druckausgleichung und nach dem Uebergange in den Ruhezustand beobachtet und eine Wärmemitteilung von aussen nicht stattfand.

Zeuner hat leider die Stelle nicht angegeben, wo *Joule* diesen Versuch veröffentlicht hat. Die einzige Stelle, welche ich über diese Frage in *Joules* Abhandlungen (On the Thermal Effects experiment W. ced by air in rushing through small Apertures. By *J. P. Joule* and *Thomson*. Phil. Mag. 4th Series, Suppl. vol. p. 481, *Joule*, Scientific Papers, Bd. II,

p. 216—218, 221—222) gefunden habe, stellt jene Behauptung nur als eine aus dem *Mayer'*schen Aequivalentgesetze folgende Hypothese bezw. diese Hypothese als die Vorbedingung für die Richtigkeit des *Mayer'*schen Aequivalentgesetzes hin. *Joule* sagt nämlich auf S. 217 unten und S. 218 oben:

> ""Then, if *Mayers* hypothesis were true, the aire after „leaving the narrow passage would have exactly the „same temperature as it had before reaching it. If, „on the contrary, the air experiences either a cooling „or a heating effect in these circumstances, we may „infer that the heat produced by the fluid friction in „the rapids, or, which is the same, the thermal equiva„lent of the work done by the air in expanding from „its state of high pressure on one side oft the narrow „passage to the state of atmosphäric pressure wich it „has after passing the rapids, is one case less, and in „the other more, than sufficient to compensate the cold „due to the expansion; and the hypothesis in question would be disproved.""

Dieser von *Zeuner Joule* zugeschriebene Versuch ist, soviel ich weiss, von *Regnault* gemacht worden. Die in vorstehender Stelle von *Joule* gegen *Mayer* beliebte Kritik schwebt in der Luft, da einerseits das Ueberströmen hochgespannter Luft in ein Vakuum nur ein rein idealer Grenzfall ist, andererseits die von *Joule* ausgeführten Versuche, wie sich unten zeigen wird, nur eine Bestätigung des *Mayer'*schen Aequivalentgesetzes bringen. Allerdings hat *Joule,* dessen Arbeiten ja eingestandenermassen gegen das *Mayer'*sche Gesetz gerichtet sind, sich nicht die Mühe genommen, die gefundenen Resultate durch die bei der Expansion gegen die Atmosphäre geleistete Arbeit zu erklären, sondern vielmehr die geringfügigen Kühlwirkungen, welche er beobachtete, auf innere Arbeitsleistung bei der Ausdehnung der Luft zurückzuführen unternommen.

Die von ihm und *Thomson* gefundenen Versuchsresultate lassen sich durch die Formel

$$\delta = 0{,}276 \; (p_1 - p_2) \left(\frac{273}{T}\right)^2$$

darstellen, in welcher $p_1 - p_2$ die Druckdifferenz in Atmosphären (10333 kg auf 1 qcm) und T die absolute Temperatur der Luft beim Eintritte in die Mündung bedeutet. Diese Formel ist von *Linde* und auch von *Zeuner* als richtig und massgebend für die Vorgänge beim *Linde*schen Kühlverfahren angenommen und darauf nicht nur eine Theorie des *Linde*schen Kühlverfahrens begründet, sondern daraus auch eine neue Zustandsgleichung der Luft

$$\frac{p\,v}{T} = B - \frac{c_{p_0}}{3\,A}\left[1 - \sqrt[3]{1 - \frac{3\,a}{T} \cdot \frac{p}{3}}\right]$$

abgeleitet worden. In dieser Zustandsgleichung, welche auch *Planck* in seinen „Vorlesungen über Thermodynamik" (Leipzig 1897) S. 118 entwickelt hat, ist $B = 29{,}303$, $c_{p_0} = 0{,}237$, $a = 20570$. Aus dieser Zustandsgleichung folgt das spezifische Volumen v der Luft bei -191^0 $v = 0{,}2222$ cbm.

Dieser Zahlenwert stimmt jedoch weder mit der von *Mewes* durch zahlreiche Beobachtungen bestätigten allgemeinen Zustandsgleichung der Gase (s. „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses") noch auch mit den in *Wiedemanns* Annalen veröffentlichten Versuchen von *Behn* über die Dichtigkeit der Luft beim Siedepunkte unter Atmosphärendruck überein; denn in beiden Fällen ergiebt sich für das spezifische Volumen der Luft v bei -191^0 $v = 0{,}46$ cbm. Die aus der Theorie des *Linde*schen Kühlverfahrens abgeleitete Zustandsgleichung stimmt demnach nicht mit der Beobachtung überein; ebenso wenig lassen sich die daraus erhaltenen Werte der spezifischen Wärmen bei sinkender und steigender Temperatur mit den bisherigen genauen Versuchen von *Eilhard Wiedemann* und anderen Physikern in Einklang bringen. Man ist daher genötigt, die Theorie des *Linde*schen Kühlverfahrens kritisch und mit grosser Vorsicht aufzunehmen.

In der That sind in dieser Theorie zwei recht wunde Punkte enthalten, nämlich erstens die oben *Joule* zugeschriebene Hypothese bezw. die daraus abgeleitete sachliche Schlussfolgerung, dass, wenn man ein Gas unter konstantem Druck p_1 aus einem Gefässe nach einem zweiten Gefässe durch ein Drosselventil hindurchtreten lässt, in welchem der Druck auf konstanter Höhe p_2 gehalten wird,

$$U_2 = U_1 + p_1 v_1 - p_2 v_2$$

und wegen Gleichheit von U_2 und U_1 auch $p_1 v_1 = p_2 v_2$ und folglich gemäss der Gleichung $p\,v = B\,T$ auch $T_2 = T_1$ ist, und zweitens die *Joule-Thomson*sche Experimentalformel.

Mit Rücksicht auf diese Formel weist nämlich Professor *Schröter* a. a. O. zur Erklärung des *Linde*schen Kühlverfahrens darauf hin, dass die Physik ein vollkommenes Gas nicht kennt, sondern bei allen Gasen Abweichungen vorkommen, welche darauf deuten, dass die inneren Kräfte nicht gleich Null sind; dass jedoch diese Abweichungen sehr gering und um so unbedeutender sind, je permanenter im übrigen das Gas ist. Die Versuche von *Joule* und *W. Thomson,* welche schon anfangs der 50er Jahre und später angestellt sind, hätten den experimentellen Nachweis erbracht, dass atmosphärische Luft, wenn sie aus einem Raum mit höherem Druck durch ein Ventil einfach ausströmt, sich nach Erreichung des Beharrungszustandes dauernd abkühlt, so dass ein gewisser Betrag von Wärme zur Ueberwindung innerer Kraft aufzuwenden sei, welcher durch die obige Formel angegeben werde.

Die von *Joule* und seinen Anhängern gegen die *Meyer'*sche Bestimmungsmethode des Wärmeäquivalents erhobenen Einwände werden jedoch als haltlos gekennzeichnet durch den bündigen Beweis von Dr. *Th. Gross,* dass die Luft innere Kräfte nicht enthält und die auf der gegenteiligen Annahme aufgebauten wärmetheoretischen Formeln demnach irrig und falsch sind. *Gross* führt in seiner wichtigen Abhandlung „Robert Mayer und Hermann v. Helmholtz" folgendes aus:

„Ist p der Druck, v das Volumen einer gegebenen Luftmenge, die sich durch Erwärmen sehr langsam ausdehnt, so ist ein Element der äusseren Arbeit, die sie dabei leistet, gleich $p\,d\,v$.

Bezeichnet U die Wärme, die von der Luft, von äusserer Arbeit abgesehen, aufgenommen wird, so könnte dieselbe ausser von der absoluten Temperatur ϑ auch von einer begrenzten Zahl anderer von ϑ unabhängiger Veränderlicher $\lambda, \mu \ldots . \varrho$ abhängen, so dass

$$d\,U = \frac{d\,U}{d\,\vartheta} \,.\, d\,\vartheta + \frac{d\,U}{d\,\lambda}\, d\,\vartheta + \frac{d\,U}{d\,\varrho}\, d\,\varrho$$

wäre.

Wird nun wiederum die Unzerstörbeit der Wärme vorausgesetzt, so wäre demnach ein Element der gesamten Wärme Q, die bei der Erwärmung der Luft unter Arbeitsleistung verbraucht wird, gleich

$$d\,Q = \frac{d\,U}{d\,\vartheta}\, d\,\vartheta + \frac{d\,U}{d\,\lambda}\, d\,\lambda + \ldots . + \frac{d\,U}{d\,\varrho}\, d\,\varrho + p\,d\,v$$

Auf der linken Seite der Gleichung steht eine Wärmegrösse $d\,Q$, auf der rechten eine Arbeit $p\,d\,v$; hieraus wird aber nicht das Bestehen eines konstanten Verhältnisses zwischen Wärme und Arbeit behauptet, sondern die Gleichung besagt nur, dass die auf der linken Seite stehende Wärmegrösse gleich der Summe aller Aenderungen auf der rechten Seite ist. Das ist aber nichts anderes als die Annahme der Unzerstörbarkeit der Wärme, die bei keiner Aequivalentbestimmung zu umgehen ist.

Wird p als konstant angenommen, so ist nun nach dem Gesetz von *Mariotte* und *Gay-Lussac* $p\,d\,v = K\,d\,\vartheta$, worin K die Konstante des genannten Gesetzes bezeichnet.

Ferner ist $c_p\,d\,\vartheta = d\,Q$ und $c_v\,d\,\vartheta + \frac{d\,U}{d\,\vartheta}\,d\,\vartheta$; folglich wird

$$c_p\,d\,\vartheta = c_v\,d\,\vartheta + \frac{d\,U}{d\,\lambda}\,d\,\lambda + \ldots . + \frac{d\,U}{d\,\varrho}\,d\,\varrho + K\,d\,\vartheta$$

Da diese Gleichung für beliebige Werte gilt, und die auf der linken Seite stehende Grösse proportional ϑ ist, so muss dasselbe auch für die rechte Seite gelten; folglich ist

$$\frac{d\,U}{d\,\lambda}\,d\,\lambda + \ldots . + \frac{d\,U}{d\,\varrho}\,d\,\varrho = 0$$

was zu beweisen war.



Der Unterschied zwischen den *Joule*schen Versuchen und der Annahme innerer Arbeitsleistung gegenüber dem vorstehenden Beweise lässt sich erklären oder der dadurch bedingte Widerspruch lässt sich beseitigen, wenn gezeigt werden kann, dass die beobachtete Temperaturerniedrigung nicht durch innere Arbeitsleistung, sondern entsprechend dem *Mayer*schen Aequivalentgesetze durch äussere Arbeit in ähnlicher Weise wie bei dem *Siemens*schen Kühlverfahren bewirkt wird.

Aus der *Joule-Thomson*schen Formel hat *Schröter* a. a. O. ohne weiteres den Schluss gezogen, dass angesichts einer so geringfügigen Abkühlung der oben erwähnte Ausspruch ganz zutreffend ist, dass nämlich eine Kaltluftmaschine ohne Expansionszylinder technisch vollkommen wertlos wäre. In der ganzen Untersuchung *Joules* ist jedoch nirgends der Nachweis geführt, dass thatsächlich nicht eine dem beobachteten Temperaturabfall gleichwertige äussere Arbeit bei den betrachteten Vorgängen geleistet wird; sondern es wird lediglich zur Erklärung der geringen Temperaturerniedrigung innere Arbeitsleistung angenommen.

Zur Prüfung des vorliegenden Gegenstandes müssen somit in erster Linie die Fragen entschieden werden, ob nicht beim Fortfall des Expansionszylinders, entsprechend der *Joule*schen Versuchsanordnung, doch noch äussere Arbeit geleistet wird, daher die *Joule-Thomson*sche Formel hier garnicht in betracht kommt, und ob ferner, wenn gleichwohl äussere Arbeit geleistet — wohl verstanden nicht nutzbar gemacht — wird, diese Arbeit eine genügende Abkühlung bewirken kann, und nach welchem Gesetze dies geschieht, und ob schliesslich die Formel und die Versuche von *Joule* und *Thomson* unanfechtbar sind.

Von alledem findet sich in der ganzen Litteratur über Kühlverfahren und Kälteindustrie bis auf die Patentanmeldung von *Mix* — D. R. P. 124 376 Klasse 12a — und die von *Mewes* über dessen Kühlverfahren veröffentlichten theoretischen Arbeiten nichts. Im Gegenteil hat sogar *Helmholtz,* dem das *Mix*sche Kühlverfahren zur Begutachtung vorgelegen hat, am 24. Juli 1893 in einem Briefe ein dahingehendes Gutachten abgegeben, dass er das Verfahren zur gewerbsmässigen Herstellung fester Luft für vollkommen aussichtslos halte und in diesem Briefe folgendes geschrieben:

„*„Auf ihre erneute Eingabe vom 18. d. M. ermag ich „mich nur dahin zu erklären, dass ich das on Ihnen „der Reichsanstalt unterbreitete Verfahren zur gewerbs„mässigen Herstellung fester Luft für ollkommen aus„sichtslos halte.*

„Ihre Ausführungen om 19. v. M. erhalten Sie „beifolgend zurück; der darauf befindliche Eingangs„stempel lässt erkennen, dass das Schriftstück hier vor„gelegen hat.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
v. Helmholtz.""

Helmholtz hat das vorstehende Urteil wohl nur mit Rücksicht auf die ihm sicher bekannten, oben erwähnten Versuche *Joules* und *Thomsons* gefällt.

Nunmehr ist der theoretische Nachweis zu führen, dass eine Kaltluftmaschine, welche den Expansionszylinder weglässt, lediglich infolge der durch Fortschieben der Atmosphäre geleisteten, allerdings verloren gehenden oder nicht mechanisch nutzbar zu machenden äusseren Arbeit ohne bezw. auch zusammen mit der nicht zu vermeidenden — eventuell — inneren Arbeit eine bedeutende Kühlwirkung nach dem *Mix*schen Verfahren hervorbringen kann. Um die theoretischen Formeln nicht zu verwickelt zu gestalten, soll die Abkühlung durch innere Molekulararbeit unberücksichtigt bleiben, da diese Abkühlung, wie sich zeigen wird, nur einen geringen Bruchteil der durch die verloren gehende, gegen die Atmosphäre geleistete äussere Arbeit bewirkten Abkühlung darstellt. Die von *Zeuner* in „Technische Thermodynamik" Bd. 1, S. 40—44 u. ff. gegebenen Entwickelungen über diese Frage sollen, da die *Zeuner*sche Darstellung ausserordentlich einfach und klar ist, hier, wie dies ja auch in der o. a. Arbeit von *Mewes* geschehen ist, möglichst wörtlich benutzt werden.

Es handelt sich im vorliegenden Falle um die Ausströmungsgesetze der atmosphärischen Luft unter Druck. Die Grundformeln für die strömende Bewegung und für den Ausfluss der Gase ergeben sich aus den allgemeinen Strömungsformeln für eine Flüssigkeit. Nehmen wir an, dass irgend eine Flüssigkeit ohne Einwirkung äusserer Kräfte im Beharrungszustande durch ein Rohr mit horizontaler Achse, aber veränderlichem Querschnitt hindurchströmt, sodass in der Zeiteinheit durch jeden Querschnitt die gleiche Gewichtsmenge G hindurchfliesst. Geht nun durch den vorderen Querschnitt die Flüssigkeit mit überall gleicher Geschwindigkeit w parallel hindurch, so ist das in der Zeiteinheit durchgeströmte Flüssigkeitsvolumen gleich Fw und entsprechend das durch den hinteren Querschnitt $F_1 w_1$.

Ist v das spezifische Volumen und p der Druck im vorderen Querschnitt und entsprechend v_1 und p_1 die Werte für den Querschnitt F_1, so ist im Beharrungszustande

$$G v_1 = F_1 w_1 \text{ und } G v = F w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Bezeichnet man mit U den ganzen Betrag der inneren Arbeit und mit H denjenigen Teil der Gesamtenergie der Flüssigkeit, welcher der offenen fortschreitenden, mit der Geschwindigkeit W erfolgenden Bewegung entspricht, so ist die in der Gewichtseinheit enthaltene Arbeit gleich $U + H$, worin die Arbeit der fortschreitenden Bewegung H gleich deren lebendigen Kraft, also

$$H = \frac{W^2}{2g} \text{ ist.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Beim Uebergang vom Querschnitt F_1 zum Querschnitt F wird bei entsprechender Bezeichnung eine Arbeit gleich

$$(U + H) - (U + H_1)$$

aufgewendet oder verbraucht.

Die Differenz $H - H_1$ bezeichnet man als die Zunahme der Strömungsenergie. Ist nun die Summe der Widerstände, welche die Flüssigkeit auf dem Wege F_1 nach F zu überwinden hat, gleich W, so wird die ganze auf diesem Wege verbrauchte Arbeit

$$L = (U + H) - (U_1 + H_1) + W \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

Während des Strömens der Flüssigkeit legt die Hinterfläche F_1 in dem Zeitelement $d\,t$ den Weg $w_1\,d\,t$ und die Vorderfläche den Weg $w\,d\,t$ zurück. Es ist $F_1\,p_1$ der hinter dem Querschnitt F_1 auf den Flüssigkeitskörper ausgeübte Druck, so dass auf die Flüssigkeit die Arbeit $F_1\,w_1\,p_1\,d\,t$ übertragen wird, während die Vorderfläche F ganz entsprechend die Arbeit $F\,w\,p\,d\,t$ noch vorwärts in Richtung der Strömung abgiebt. Die vom Flüssigkeitskörper in der Zeit $d\,t$ aufgenommene Arbeit ist somit mit Rücksicht auf Gleichung 1)

$$F_1\,w_1\,p_1\,d\,t - F\,w\,p\,d\,t = (p_1\,v_1\,p\,v)\,G\,d\,t$$

Da wegen des Beharrungszustandes in der Zeit $d\,t$ das Flüssigkeitsgewicht $G\,d\,t$ sowohl in den Raum $F_1\,F$ ein — als auch aus demselben durch die Fläche F ausgetreten ist und eine Aenderung des Bewegungszustandes nicht stattfindet, so stellt der vorstehende Ausdruck die Arbeit dar, welche das Flüssigkeitsgewicht $G\,d\,t$ während seiner Bewegung F_1 nach F aufgenommen hat. Für die endliche Zeit t ist diese Arbeit gleich $(p_1\,v_1 - p\,v)\,G\,t$, für die Gewichtseinheit also, indem man $G\,t = 1$ setzt, gleich $p_1\,v_1 - pv$. Wird der Gewichtseinheit Flüssigkeit während der Bewegung durch F_1 und F von aussen her die Wärmemenge Q zugeführt, so ist, da die Widerstandsarbeit W in Wärmemass $A\,W$ ist, die zugeführte Wärmemenge

$$Q + A\,W, \text{ worin } A = \frac{1}{425} \text{ ist,}$$

so dass die gesamte Arbeitsleistung in mechanischem Masse

$$L = p_1\,v_1 - p\,v + \frac{Q}{A} + W \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

wird. Durch Gleichsetzen mit Gleichung 3) erhält man die Grundgleichung des vorliegenden Problems

$$Q = A\,[\,p\,v - p_1\,v_1 + (U + H) - (U_1 + H_1)\,] \quad . \quad 5)$$

oder, wenn man zum Differential übergeht

$$d\,Q = A\,[d\,(p\,v) + d\,U + d\,H\,] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

Liegt der Kanal nicht horizontal, sondern der Querschnitt F_1 um h_1 und der Querschnitt F um h unter der Hori-

zontalebene, so wird infolge der Schwerkraftwirkung noch die Arbeit $h - h_1$ aufgenommen, so dass die Gleichung 5) in

$$Q = A\,[p\,v - p_1 v_1 + (U + H) - (U_1 + H_1) - (h - h_1)] \quad 7)$$

und Gleichung 6) in

$$d\,Q = A\,[d(p\,v) + d\,U + d\,H - d\,h] \quad . \quad . \quad 8)$$

übergeht.

Neben den hier abgeleiteten Gleichungen 7) und 8) hat aber noch die Grundgleichung der Thermodynamik

$$d\,Q_1 = d\,(Q + A W) = d\,Q + A\,d\,W$$
$$= A\,(d\,U + p\,d\,v) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9)$$

oder

$$Q + A W = A\,(U - U_1) + A\int_{v_1}^{v} p\,d\,v \quad . \quad . \quad 10)$$

Giltigkeit. Durch Gleichsetzen mit Gleichung 8) resp. 7) erhält man

$$d\,H = d\,h - d\,W - v\,d\,p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11)$$

oder

$$H - H_1 = h - h_1 - W - \int_{p_1}^{p} v\,d\,p \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

Bei den praktischen Anwendungen handelte es sich bisher fast ausschliesslich um die Ermittelung der Strömungsenergie H, woraus dann noch Gleichung 2)

$$w = \sqrt{2\,g\,h}$$

und das Gewicht G der sekundlich durchströmenden Flüssigkeit nach Gleichung 1)

$$G = \frac{F\,w}{v}$$

gefunden wird.

Die hier abgeleiteten Formeln, welche für jede Flüssigkeit gelten, lassen sich ohne weiteres auf die strömende Bewegung der Gase anwenden. Es ist nur bei den Gasen die innere Arbeit

$$d\,U = \frac{1}{k - 1}\,(v\,d\,p + p\,d\,v)$$

oder

$$d\,U = \frac{d\,(p\,v)}{k - 1}$$

in die Gleichung (8) einzusetzen, so dass man

$$\left.\begin{aligned} d\,Q &= A\,d\,(p\,v) + \frac{A\,d\,(p\,v)}{k - 1} + A\,d\,H - A\,d\,H \\ &\text{oder} \\ A\,d\,H &= d\,Q - \frac{A\,k}{k - 1}\,d\,(p\,v) + A\,d\,H \end{aligned}\right\} \quad 13)$$

und aus Gleichung (9)

$$\left.\begin{aligned} d\,Q + A\,d\,W &= A\left[\frac{d\,(p\,v)}{k - 1} + p\,d\,v\right] \\ &\text{oder} \\ d\,Q + A\,d\,W &= \frac{A}{k - 1}\,(v\,d\,p + k\,p\,d\,v) \end{aligned}\right\} \quad 14)$$

erhält. Nun ist aber $p\,v = R\,T$ (*Clapeyron*sche Zustandsgleichung), worin R die Gasconstante und $c_p - c_v = A\,R$ ist, so dass man

$$\frac{A\,k}{k - 1}\,d\,(p\,v) = c_p\,d\,T$$

setzen kann und Gleichung (13) in

$$A\,d\,H = d\,Q + A\,d\,H - c_p\,d\,T \quad . \quad 15)$$

übergeht. Aus Gleichung 15) kann man die Temperatur ausströmender Gase an der Mündungsstelle berechnen; eine Prüfung der so erhaltenen Werte ist nur auf indirektem Wege, nicht aber unmittelbar mittels Thermometer möglich, weil Reibung und Stoss der Flüssigkeit den Stand des Thermometers beeinflussen. (Schluss folgt.)

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung v. Seite 748 Bd. 317)

II. Einzelförderung in kleinen Mengen.

Kontinuierliche Förderung ist nicht in allen Fällen durchführbar. Sobald der Transportweg verhältnismässig lang ist, werden die Kosten einer derartigen Anlage zu gross und die Ueberwachung unbequem. Ausserdem leidet die Betriebssicherheit, da bei den vielen Einzelteilen, aus denen die meisten kontinuierlichen Transportmittel bestehen, immer die Gefahr eines Bruches an irgend einer Stelle vorliegt. Als weiteres Hindernis, das in erster Linie bei der Entleerung von Schiffen oder auch bei der Aufnahme des Materials vom Lagerplatze auftritt, wurde schon erwähnt die Schwierigkeit gleichmässiger Materialzuführung. Trotz des grossen Vorzuges der kontinuierlichen Betriebsweise, dass die Leistung fast beliebig gesteigert werden kann, sieht man sich daher in vielen Fällen, vor allem beim Transport auf grössere Entfernungen, gezwungen, einzelne Gefässe für die Förderung zu benutzen, die in der Regel einen Inhalt von 500—2000 kg haben. Um grosse Leistungen zu erzielen, wird immer ein Hauptaugenmerk darauf zu richten sein, dass die einzelnen Ladungen sich in möglichst kurzer Zeit folgen, die Arbeitsweise sich also dem kontinuierlichen Betriebe nach Möglichkeit nähert. Am besten lässt sich das erreichen, wenn das leere Fördergefäss auf einem anderen Wege, als es gekommen ist, zurückkehrt, so dass eine Anzahl Gefässe sich in kleinen Abständen hinter einander her bewegen können. Dann werden mit geringen Arbeitsgeschwindigkeiten, ganz unabhängig von der Länge des Transportweges, sehr erhebliche Mengen gefördert. Im andern Falle dagegen, wo nur ein Gefäss gleichzeitig unterwegs sein kann, ist man gezwungen, die Schnelligkeit der Bewegungen soweit wie möglich zu steigern, um die Leistung hochzubringen. Die einzelne Ladung über 2000 kg zu vergrössern, hat, wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, keinen Zweck, weil die Gefässe zu gross und unhandlich werden, auch zu schwere Tragkonstruktionen verlangen. Meistens bleibt man mehr oder weniger weit unter dieser Grenze.

Ebenso wie im ersten Abschnitt kann man unterscheiden zwischen Fördermitteln für vorwiegend horizontale, vorwiegend vertikale und gemischte Bewegung. Hier soll zunächst die letzte Transportart besprochen werden.

A. Fördermittel für den Transport in beliebiger Richtung.

Maschinen, die eine Last beliebig horizontal und vertikal befördern können, pflegt man als Krane zu bezeichnen. Alle Kransysteme kommen für die Verladung von Massengütern in betracht, bei weitem am wichtigsten jedoch sind Drehkrane und Hochbahnkrane. Beide werden vorwiegend zum Entleeren von Schiffen und Beladen von Wagen oder Beschütten offener Lagerplätze benutzt, während sie für den Transport der Kohle im Innern von Gebäuden in den seltensten Fällen Verwendung finden können.

Drehkrane.

Wenn die grösste Horizontalbewegung des Fördergefässes nicht mehr beträgt als etwa 25 m, so ist der Drehkran die

einfachste, billigste und zuverlässigste Kranform. Man verwendet sie daher stets, wenn die Kohle aus dem Schiff in Eisenbahnwagen übergeladen werden soll, die auf parallel zum Ufer gelegten Geleisen laufen. In der Regel können diese Krane am Ufer entlang verfahren werden. Wenn es möglich ist, wird der Kran an ein elektrisches Leitungsnetz angeschlossen, im andern Falle ist man auf Dampfbetrieb angewiesen. Hydraulische Krane kommen bekanntlich bei Neuanlagen verhältnismässig selten mehr in Frage.

Da das Geleise des Drehkrans frei bleiben muss, so beeinträchtigt er den Verkehr am Quai sehr stark, und man pflegt daher bei beschränktem Platz den Kran auf ein Portal zu setzen, das ein oder mehrere Eisenbahngeleise überspannt und mit seinen schmalen Ständern nur wenig Raum fortnimmt. Fällt die Böschung flach ab, so kann man das Fundament des Drehkrans über die Uferkante hinausbauen und lässt so den Platz für den Eisenbahnverkehr frei, oder der Kran wird auf ein fahrbares Winkelportal gesetzt, das auf Schienen am oberen und unteren Ende der Böschung läuft. Zwei derartig angeordnete Dampfkrane der *Benrather Maschinenfabrik,* die zum Verladen von Kohlen in Eisenbahnwagen oder auf eine fahrbare Hochbahn dienen, sind in Fig. 107 abgebildet.

Unter Umständen kann der Betrieb dadurch erleichtert werden, dass man die Möglichkeit giebt, durch Einziehen des Auslegers die Ausladung zu verändern.

Auf die Einzelheiten von Drehkranen einzugehen, ist hier nicht der Ort, da in den Lehrbüchern über Hebezeuge genügend Material vorhanden ist. Einige neuere Konstruktionen finden sich in meinem Bericht über die Hebezeuge auf der Düsseldorfer Ausstellung.[1])

Fig. 107.
Fahrbare Dampfdrehkrane mit Winkelportal von der Benrather Maschinenfabrik.

Sobald nicht die Rücksicht auf den vorhandenen Platz oder besondere Gründe es verbieten, wird die Winde auf einer am Ausleger befestigten, durch Laufrollen unterstützten Plattform untergebracht, eine Anordnung, die den Namen „Drehscheibenkran" erhalten hat. Säulendrehkrane mit feststehender Winde sind sehr selten, doch wird bei Drehscheibenkranen zuweilen eine Säule zu Hilfe genommen, um einen Teil des Lastmoments zu übertragen und das Schwanken des Kranes infolge von Verbiegungen im Gerüst zu vermindern.

Eine sehr einfache und billige Ausführung, die von *Adolf Bleichert & Co.*, Leipzig-Gohlis, herrührt, zeigt Fig. 108. Mehrere Krane gleicher Bauart sind so nebeneinanderstehend gedacht, dass ein Kran aus zwei Schiffsluken fördern kann. Die Last hängt nicht, wie bei den gewöhnlichen Drehkranen, an der Auslegerspitze, sondern an einer Laufkatze, so dass die Horizontalbewegung geradlinig geschieht und die Drehbarkeit des Auslegers nur den Zweck hat, den Arbeitsplatz wechseln zu können. Damit nähert sich die Ausführung im Prinzip den weiter unten beschriebenen Verladebrücken, deren wasserseitige Stütze für sich allein verfahren werden kann und die so aus mehreren Schiffsluken zu arbeiten gestatten.

Der in Rede stehende Kran ist ganz aus Fachwerk konstruiert. Das Kippmoment des Auslegers wird durch ein feststehendes eisernes Gerüst aufgenommen. Das eine Ende des Hubseils, das die Last an einer losen Rolle trägt, ist am vorderen Ende des Auslegers befestigt, das andere ist in der Drehachse des Krans abwärts geführt und läuft, durch Rollen abgelenkt, zur Winde. Die Winden für sämtliche Krane stehen nebeneinander in einem Maschinenhause und werden von einer gemeinsamen Transmissionswelle aus angetrieben.

Die Bewegung der Katze entspricht im Prinzip der Bremsbergförderung. Der gefüllte Wagen läuft infolge seines eigenen Gewichtes die schiefe Ebene hinunter, nimmt dabei jedoch ein endloses Seil mit, das auf beiden Seiten der Katze angreift und am vorderen und hinteren Fahrbahnende durch Rollen umgelenkt ist. Dieses Seil setzt eine Trommel in Bewegung, an der ein in Fig. 108 sichtbares Gegengewicht hängt, das nach Anschlagen eines leeren Gefässes die Katze wieder hinaufzieht. Die Bewegung wird vom Führer mit einer Bremse geregelt. Das Schwenken geschieht durch eine einfache Vorrichtung von Hand. Der Führer steht vor der Kransäule und bedient Winde und Fahrbremse mit Hilfe von Schnüren. Durch eine Zentrifugalbremse wird zu schnelles Sinken der Last verhütet.

In der Figur ist der Fall angenommen, dass die Wagen einer Seilbahn, deren Tragseile an der Beladestelle durch Schienen ersetzt sind, abgehoben und in das Schiff hinuntergelassen werden.

Elektrische oder Dampfkrane werden häufig für *Greiferbetrieb* eingerichtet durch Einbau einer Hilfstrommel für das Oeffnungsseil, die von der Hubwinde aus oder durch ein Gegengewicht gedreht wird.

Für hydraulischen Antrieb hat neuerdings *Rudolf Dinglinger,* Cöthen, eine eigenartige Anordnung erdacht und bei einer Anzahl von Kranen am linksmainischen Hafen in Frankfurt ausgeführt[2]). Wie die schematische Darstellung Fig. 109 erkennen lässt, ist der Hubmotor mit einem langhubigen und einem kurzhubigen Kolben K und k versehen. R und R_1 sind die Flaschenzugrollen für das Lastseil, r und r_1 diejenigen für das Hilfsseil, das der notwendigen Symmetrie wegen geteilt ausgeführt ist. Wenn der Kolben stillsteht und der andere Druckwasser erhält, so treibt dieser die an seinem Kopfe befestigten Rollen R_1 und r_1 aufwärts, während die feststehenden Rollen r und die an k befestigten Rollen R stehen bleiben. Dann werden also Hubseil und Oeffnungsseil gleichmässig verkürzt und es findet kein Oeffnen oder Schliessen des Greifers statt. Dazu dient vielmehr Kolben k. Steht derselbe innen, so ist das Hubseil schlaff und der Greifer hängt am Entleerungsseil, ist also geöffnet, durch Heraustreiben von k dagegen wird das Hubseil allein verkürzt und schliesst den Greifer, während das Hilfsseil nachlässt. Das Oeffnen und Schliessen ist demnach ganz unabhängig von der Hubbewegung und kann in beliebiger Höhe geschehen.

Für die Beurteilung der *Förderleistung* eines Drehkrans mögen folgende Zahlen von Interesse sein, die an einem Dampfkran beobachtet wurden, der mit einem Greifer von $2^1/_4$ cbm Inhalt aus dem Schiff in Eisenbahnwagen arbeitete. Es wurde Nusskohle verladen, in welcher der Greifer sich jedesmal vollständig füllte. Heben und Drehen geschah

[1]) Vergl. D. p. J. Heft 30, 31, 35, 37 Bd. 317.

[2]) D. R. P. No. 113 440.

gleichzeitig: beim Ablassen hing der Greifer in geschlossenem Zustande an der Hubkette und wurde mittels der Lastbremse bei ausgerücktem Ritzel mit grosser Geschwindigkeit gesenkt, sodass dieser Vorgang nur wenige Sekunden dauerte. Das Entleeren nahm ziemlich viel Zeit in Anspruch, weil der Greifer über dem Eisenbahnwagen zunächst in die richtige Stellung gebracht werden musste. Wird in einen Füllrumpf von grossen Abmessungen oder auf einen offenen Platz geschüttet, so geht die Entleerung erheblich schneller vor sich.

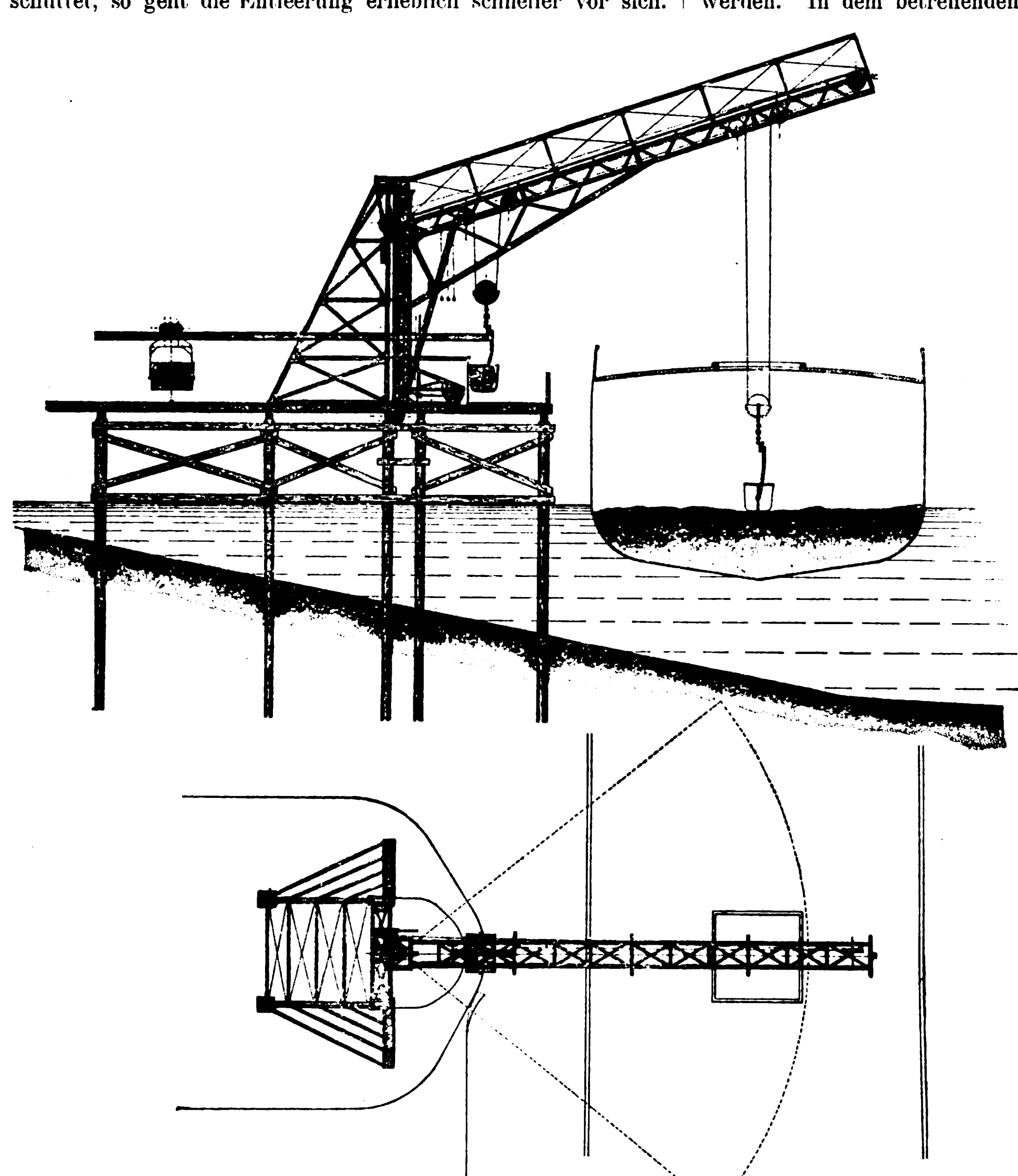


Fig. 108.
Verladekran mit drehbarem Ausleger und feststehender Winde von Bleichert.

Beobachtet wurde folgendes:

Oeffnen und Greifen . . .	20—30 Sekunden
Heben und Drehen . . .	25 „
Entleeren	10—15 „
Zurückdrehen und Senken .	25 „
Zusammen	80—95 Sekunden

also rund $1^1/_2$ Minuten. Da der Greifer etwa 1,8 t Kohle fasst, so ergäbe sich eine stündliche Leistung von

$$\frac{60}{1,5} \cdot 1,8 = 72 \text{ t Kohle.}$$

In Wahrheit darf man auf eine Durchschnittsleistung von höchstens 50 t rechnen, da obige Zahlen nur gelten, solange der Greifer ins Volle fassen kann. Beim Ausräumen der Reste, wenn die Kohle zusammengeschaufelt werden muss, dauert ein Spiel länger, bis zu 2 Minuten, und ausserdem füllt sich der Greifer dann nicht mehr vollständig. Dazu kommen beständige Unterbrechungen durch das Heranholen neuer Wagen, da ein Waggon von 10 t Inhalt schon mit 6 Hüben gefüllt wird.

Ebenso wurde der Vorgang beim Ausladen von Erz beobachtet. Da hierfür im allgemeinen Greifer nicht verwendbar sind, so ist man auf Förderkästen angewiesen, die im Schiff vollgeschaufelt aber ähnlich wie Greifer entleert werden. In dem betreffenden Falle waren in 6 Abteilungen des Schiffes je 2 Mann mit Einschaufeln beschäftigt. Der Dampfkran setzte immer in einer Luke den leeren Kübel ab, holte den vollen heraus und musste damit eine Strecke weit bis zum Eisenbahnwagen und dann wieder bis zu einer anderen Luke fahren. Dabei erforderte ein volles Spiel annähernd 2 Minuten.

Durch Verwendung passend geformter Gefässe lässt sich die Zeit für das Einschaufeln und damit die Anzahl der dazu nötigen Leute etwas beschränken. Näheres über Fördergefässe soll später noch gesagt werden.

Je grösser der Transportweg und die Ausladung ist, um so weniger günstig arbeitet der Drehkran. Nachteilig ist, dass infolge der kreisförmigen Hakenbahn die Last einen Umweg machen muss, was einen Zeitverlust bedeutet. Dazu kommt, dass die tote Masse von Kran und Ausleger jedesmal mitbewegt wird und daher die Drehgeschwindigkeit beschränkt ist. Soll aus mehreren Schiffsluken gleichzeitig gearbeitet werden, so hindern sich bei grossem Radius die Ausleger gegenseitig in ihren Bewegungen, unter Umständen macht es auch Schwierigkeiten, an der Takelage der Schiffe vorbeizukommen. Man wird daher im allgemeinen bei Transportwegen von mehr als 25 bis 30 m Krane mit geradliniger Lastbewegung vorziehen. Diese geradlinig fördernden Kransysteme bezeichnet *Ernst* treffend als *„Hochbahnkrane“*, bei grosser Spannweite des Gerüstes ist der Name *„Verladebrücke“* noch mehr in Gebrauch. Auch spricht man häufig von *„amerikanischen Verladevorrichtungen“*.

Für Transportlängen von etwa 30—50 m dürfte der Hochbahnkran in den meisten Fällen allein in Frage kommen, steigt die Länge der Horizontalbewegung weiter, so ist die Entscheidung zu treffen zwischen einem Hochbahnkran mit grossem Förderweg oder einer Bahn irgendwelcher Art, die durch Drehkrane oder Hochbahnkrane mit geringer Förderlänge beschickt wird. Auch Transportbänder werden häufig angewandt. Die Vorteile der Bahn nehmen zu mit wachsender Entfernung, doch sind immer die Bedingungen des einzelnen Falles massgebend.

Vor allem fragt es sich, ob die Kohle nach einem einzelnen weiter entfernten Punkte geschafft, oder ob ein am Ufer gelegener Lagerplatz versorgt werden soll. Feste Hochbahnen für Lagerplätze mit Betrieb durch Menschenkraft werden selten mehr angelegt, eher kommen in Frage fahr-

bare Hochbahnen mit selbstthätigem oder Lokomotivbetrieb.

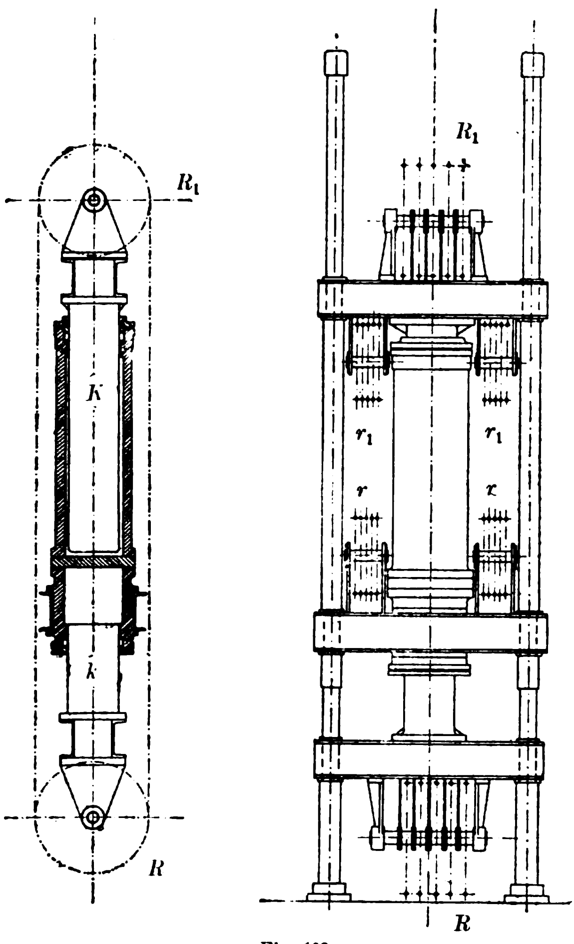
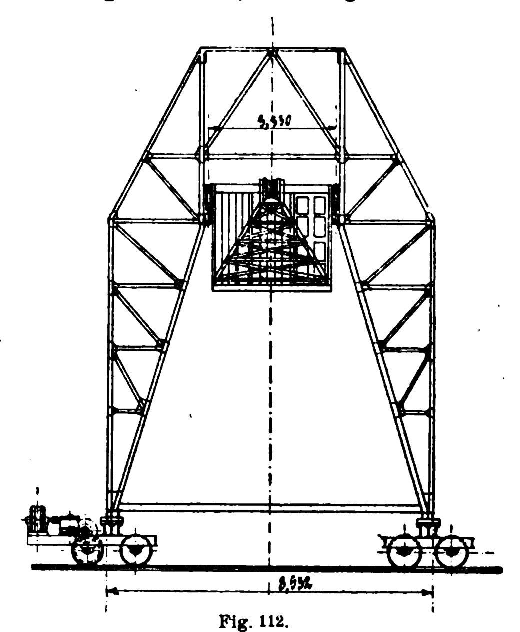


Fig. 109.
Hydraulischer Motor für Greiferbetrieb von Dinglinger.

zum Teil in Fig. 107 zu sehen ist. Diese Brücken überspannen den Lagerplatz, kragen aber nicht über das Schiff aus. Die Kohle wird durch Drehkrane aus dem Schiff gehoben und in einen Füllrumpf am wasserseitigen Ende der Brücke geschüttet. Von hier fällt sie in kleine Wagen, die auf zwei Geleisen innerhalb der Hauptträger der Brücke von elektrischen Lokomotiven verfahren und durch Anstossen gegen einen Anschlag selbstthätig entleert werden. Ehe die Wagen abfahren, wird mit einer Laufgewichtswaage ihr Gewicht festgestellt. Zur Entnahme der Kohle vom Lagerplatz dient eine Katze, die oberhalb der Träger fährt und mit zwei, auf beiden Seiten der Brücke herunterhängenden Fördergefässen ausgerüstet ist.

Nachteilig ist hier die umständliche Betriebsweise, die verhältnismässig viel Personal erfordert, vor allem aber die geringe Schonung der Kohle, die infolge der Umladung drei-


Fig. 112.

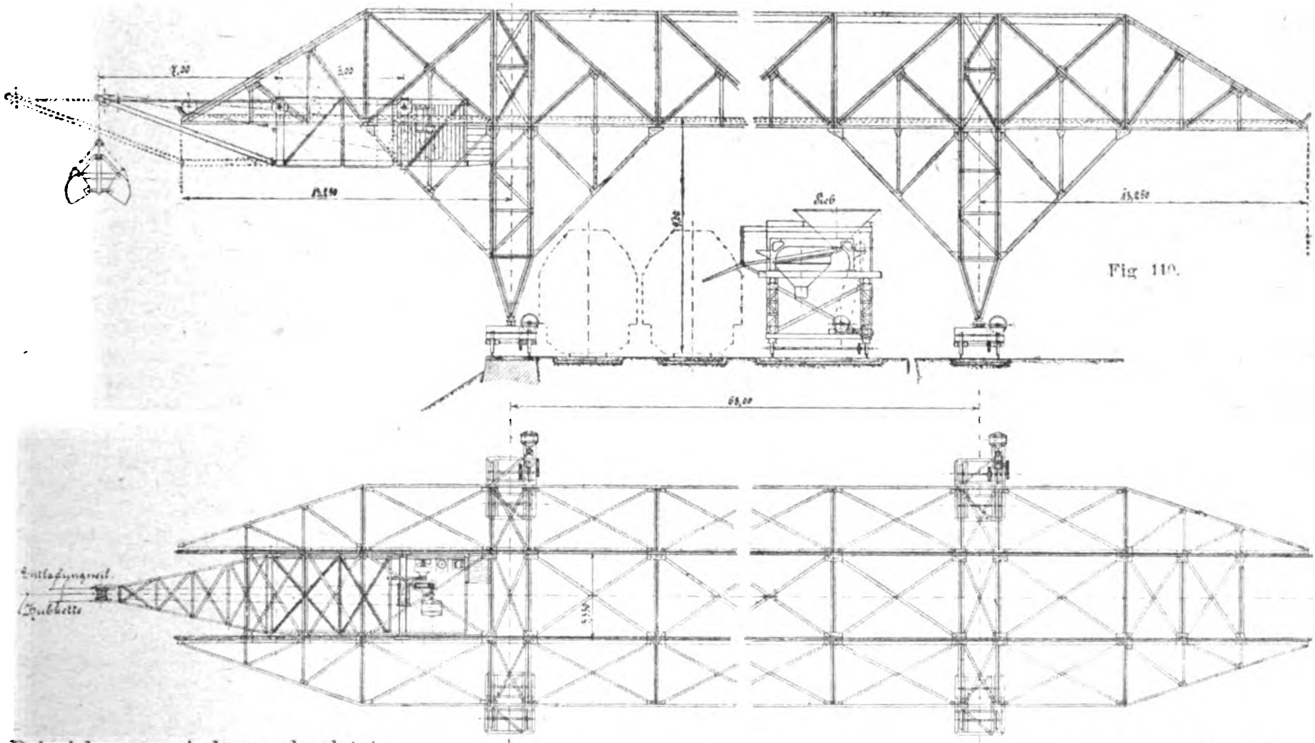
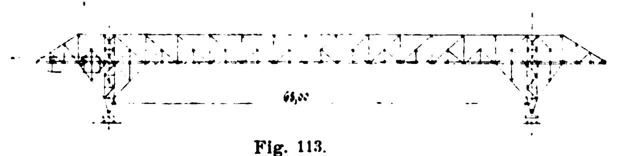

Fig. 110.

Fig. 111.

Beispiele von Anlagen der letztgenannten Art, die gewissermassen den Uebergang zu den Hochbahnkranen bilden, sind die von der *Benrather Maschinenfabrik* für das Rheinisch-Westfälische Kohlensyndikat in Rheinau bei Mannheim gebauten fahrbaren Verladebrücken, von denen die eine


Fig. 113.

Verladebrücke von der Benrather Maschinenfabrik.

mal stürzt und namentlich beim Absturz auf den Lagerplatz, wenn die Kohle niedrig liegt, sehr leiden wird.

Daher sind wohl in der Regel Hochbahnkrane vorzuziehen, die durch Oeffnen des Fördergefässes in beliebiger Höhe die Kohle ohne Sturz auf den Platz zu legen gestatten. Man kann diese Krane in zwei Gruppen teilen.

Bei der ersten Art wird die Winde in die Laufkatze hineingesetzt, in der zugleich der Führer seinen Platz erhält, im zweiten Falle steht die Winde fest und die Last hängt an einer von dort aus bethätigten, möglichst leicht gebauten Laufkatze. Das erste System ist in den letzten Jahren in Deutschland mit bestem Erfolge ausgebildet und in Wettbewerb mit dem andern getreten, das in Amerika erfunden und dort allgemein verbreitet ist. Für beide sollen im folgenden einige Beispiele dargestellt werden.

Hochbahnkran von der Benrather Maschinenfabrik, Benrath bei Düsseldorf.

(D. R. P. No. 109 474.)

Die in Fig 110 bis 113 dargestellte Verladebrücke ist für die Firma *Friedr. Becker*, Rheinau bei Mannheim geliefert, und ähnlich schon mehrfach von der *Benrather Maschinenfabrik* ausgeführt. Eine auf 2 Ständern in 68 m Entfernung abgestützte Brücke überspannt den Lagerplatz und kragt noch ein Stück weit über die Uferkante vor. Zwischen den Hauptträgern läuft eine Katze mit Ausleger, die in die Winde und Fahrwerk eingebaut ist, und in welcher der Kranführer seinen Stand hat.

Der nächstliegende Gedanke bei Lösung einer Aufgabe, wie sie in diesem Falle vorlag, wäre offenbar der gewesen, die Brücke bis über das Schiff auskragen zu lassen und eine Laufkatze daraufzusetzen oder hineinzuhängen, an deren Trommel unmittelbar der Greifer senkrecht nach unten hing. Diese Anordnung hätte indessen die Nachteile, dass der Führer die Last weniger gut im Auge hat, wenn man nicht den Führerkorb unter die Katze hängt, und dass der vorkragende Teil der Brücke unter Umständen der Schiffahrt hinderlich ist, da sich die Takelage der Schiffe darin verfangen kann. Hier können, da der Ausleger der Katze bei jedem Hube mit zurückgeht, die Schiffe ganz ungehindert verholt oder die Brücke verfahren werden, während in anderen Fällen häufig das auskragende Brückenende aufziehbar ausgebildet werden muss. Eine weitere Schwierigkeit kann sich bei direkt herabhängendem Greifer daraus ergeben, dass die Last beim Aufziehen seitlich über die Trommelbreite wandert. Alles das ist bei der Benrather Konstruktion in sehr glücklicher Weise vermieden worden.

Die Katze arbeitet mit einem Greifer von ca. 2000 kg Kohleinhalt. Als Schliessorgan ist Kette benutzt, da Seil bekanntlich wegen seiner geringen Haltbarkeit bei scharfen Biegungen für Greiferbetrieb nicht geeignet ist. Zum Oeffnen dagegen dient ein durch ein Gewicht mit Flaschenzug straffgezogenes Seil [1]). Der 35 pferdige Hubmotor dreht die Trommel mit Hilfe zweier Rädervorgelege, während der Fahrmotor mittels Schneckengetriebe die hintere Laufachse antreibt, die oben durch das Führerhaus hindurchgeht. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt ungefähr 2 m/Sek.

Da die Katze so tief als möglich nach unten gehängt ist, so bleibt oberhalb genügend Platz, um die beiden Hauptträger miteinander zu verkreuzen. Zur seitlichen Absteifung der aus I-Eisen mit aufgelegter Schiene hergestellten, am Untergurt befestigten Fahrbahn dienen Horizontalträger, die durch eine Dreieckskonstruktion an den Knotenpunkten mit den Vertikalen verbunden sind.

Da der Raum für den Greifer freibleiben muss, so teilen sich die beiden Brückenstützen seitlich in je zwei, unten durch ein Zugband verbundene Streben, die sich mit Kipplager auf vierrädrige Wagen stützen. Wegen der Temperaturausdehnung, die bei der grossen Spannweite eine beträchtliche Rolle spielt, sind die Lager der landseitigen Brückenstütze als Rollenlager ausgebildet. In der Längsrichtung der Brücke sind die Ständer sehr kräftig durch Schrägstreben gegen die Hauptträger abgesteift, da sonst die lebendigen Kräfte beim Anfahren und besonders beim Anhalten der Katze starke Schwingungen der ganzen Brücke zur Folge haben würden. Man bemerkt ihren Einfluss auch jetzt noch sehr deutlich in der Bewegung des Rollenlagers, wenn die Katze gebremst wird.

Die Verschiebung der ganzen Brücke parallel zum Ufer geschieht durch zwei Nebenschlussmotoren, die an jeder Brückenstütze eine Achse, also von den 16 Laufrädern im ganzen 4 antreiben. Untereinander stehen die Fahrtriebwerke in keiner Verbindung, doch ist ein Schieffahren nicht so leicht zu befürchten, da die Nebenschlussmotoren angenähert gleiche Umlaufzahl einhalten. Im übrigen hat die Bedienungsmannschaft darauf zu achten, dass nicht der eine Fuss gegen den andern zurückbleibt. Die Uebersetzung zwischen Motor und Laufachse wird durch ein Schneckengetriebe und zwei Stirnradvorgelege gebildet. Eine elektromagnetische Lüftungsbremse auf der Schneckenradwelle verhindert, dass die Brücke durch Sturm fortgerollt wird, wie es in der ersten Zeit nach Einführung dieser Konstruktionen in Deutschland häufig vorgekommen ist und sogar in verschiedenen Fällen zum Umsturz der ganzen Brücke geführt hat. Zur weiteren Sicherheit kann die Brücke durch Ketten am Boden verankert werden.

Der Kran wurde in normalem Betriebe mit feiner Kohle bei noch ziemlich gefülltem Schiff beobachtet. Ein Teil des Hubes wurde regelmässig während der Rückwärtsfahrt zurückgelegt, ebenso senkte der Führer den Greifer schon teilweise während des Vorfahrens und zwar in geschlossenem Zustande. Nach Oeffnung wurde er von den zwei oder drei Leuten im Schiff gefasst, richtig eingestellt, dann auf die Kohle niedergelassen und durch Anziehen der Hubkette geschlossen. Die Katze fuhr etwa bis $^3/_4$ der Brückenlänge rückwärts und entleerte den Greifer während der letzten Strecke ihres Weges. Dabei ergab sich als Zeitdauer der einzelnen Vorgänge:

Greifen	10 Sekunden
Heben, Rückwärtsfahren, Entleeren	45 „
Vorfahren, Senken, Oeffnen . . .	40 „
Einstellen und Aufsetzen	10—25 „
zusammen	105—120 Sekunden

d. i. $1^3/_4$ bis 2 Minuten für 1 Spiel. Berücksichtigt man, dass beim Restausräumen die Arbeit langsamer vor sich geht, so wird eine Leistung von mehr als 60 t stündlich nicht zu erwarten sein. Bei feiner Kohle wird diese Fördermenge thatsächlich erreicht, beim Verladen stückiger Kohle, die weniger gut zu greifen ist, werden nur etwa 50 t in der Stunde übergeladen.

Ebenso gut wie vom Schiff auf den Lagerplatz kann die Katze natürlich auch vom Platz in Eisenbahnwagen oder direkt vom Schiff in den Wagen fördern.

Wird nicht mit Greifer gearbeitet, wie im allgemeinen beim Ausladen von Erz, so werden zweckmässig in verschiedenen Abteilungen des Schiffes Leute mit Einschaufeln beschäftigt. Die Brücke kann dann hin- und herfahren, ebenso wie oben beim Drehkran geschildert wurde.

(Fortsetzung folgt).

[1]) Ueber Anordnung von Greiferwinden vgl. S. 555/56 Bd. 317.

Parsons Dampfturbine.[1])

Das Turbinen-Dampfboot „*Queen Alexandra*“ [2]), von dem wir unseren Lesern auf Seite 13 eine Abbildung bringen, hat in seinen Leistungen alle Erwartungen, welche man auf Grund der Erfahrungen an dem Schwesterschiff „*King Edward*“ billiger Weise stellen konnte, in jeder Hinsicht erfüllt.

Das Schiff hat eine Länge von 82,35 m, eine Breite über Spanten von 9,76 m und eine Tiefe im Raum bis Hauptdeck von 3,5 m. Mittschiffs ist es ausserdem, wie aus der

[1]) Vergl. auch D. p. J. 1901, 316, 425 sowie Seite 237 und 251 Bd. 317.

[2]) Vergl. auch Seite 579 Bd. 317.

Abbildung zu ersehen, mit einem Schutzdeck versehen. Die Maschinen entsprechen der bereits für *„King Edward“* auf Seite 251 Bd. 317 gegebenen Beschreibung. Auf der Abnahmefahrt wurde eine Geschwindigkeit von 21,63 Knoten bezw. 40 km erreicht, wobei die mittlere Hochdruckturbine 750, die beiden Seitenturbinen je 1100 Umdrehungen minutlich machten.

Der Schiffskörper wurde bei *William Denny Brothers*, Dumbarton, gebaut, während die Maschinenanlage von der *Parsons Schiffs-Dampfturbinen-Gesellschaft m. b. H.* in Wallsend-on-Tyne geliefert wurde. Beide Lieferanten gehören zusammen mit dem Verwaltungsdirektor — Kapitän *John Williamsen* — zu den Mitgliedern der Schiffahrts-Gesellschaft, welche das neue Boot in Auftrag gab.

Während der jüngst verflossenen Ausflugszeit fand das Boot zugleich mit dem Schwesterschiff *„King Edward“* für den Verkehr auf der Clyde Verwendung und zwar mit derartigem Erfolge, dass sich eine eigene Gesellschaft bildete, die den Verkehr mit Turbinen-Dampfbooten auf den Seen der westlichen Hochländer Schottlands ausbauen will, für welchen Dienst sich diese Boote vermöge ihrer grossen Schnelligkeit und ihres geringen Tiefganges ganz besonders eignen dürften.

Folgende Boote sind bis jetzt mit *Parsons* Dampfturbinen ausgerüstet worden: Das Versuchsboot die *„Turbinia“*, die beiden untergegangenen Torpedojäger *„Cobra“* und *„Viper“*, der Torpedojäger *„Velox“*, die beiden oben genannten Clydeboote *„King Edward“*, *„Queen Alexandra“* sowie eine Jacht *„Tarantula“*.

Noch in diesem Herbst wird die grosse Jacht *„Lorena“* fertig, während der Torpedojäger *„Eden“* sowie der Kreuzer III. Klasse *„Amethyst“* im Jahre 1903 fertig werden. Dazu kommen dann noch zwei kürzlich bei *W. Denny & Bros.* bestellte Kanalboote von je 8000 PS Maschinenleistung.

Die gesamte Maschinenkraft der aufgeführten Schiffe beläuft sich auf 82900 PSi.

Sämtliche bis jetzt fertig gestellten Schiffe zeichneten sich durch ausserordentlich günstige Betriebsergebnisse — in Hinsicht sowohl auf den Kohlenverbrauch als auch der erzielten Gewichtsersparnisse — aus.

Bemerkenswert sind die bei *Denny Bros.* auf Grund der Erfahrungen mit dem Dampfboot *„King Edward“* angestellten Vergleiche, welche in den jüngsten Verhandlungen der *British Association* gelegentlich eines Vortrags von *Parsons* zur Sprache kamen.

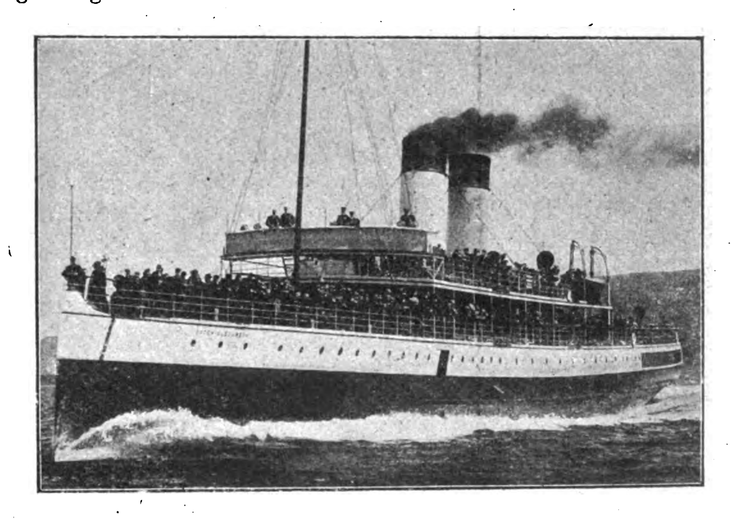
Bei Ausrüstung des *„King Edward“* z. B. mit dreifach Verbund-Zwillingsmaschinen neuester und verbesserter Bauart, und so kräftig, dass derselbe Kessel, welcher für die Dampfturbinen verwendet wurde, gerade noch genügt hätte, würde bestenfalls eine Geschwindigkeit von 19,7 Knoten oder 36,5 km erreicht worden sein, während die erreichte Geschwindigkeit mit den Turbinenmaschinen 20,5 Knoten oder 37,99 km betrug. Dieser Zuwachs in der Schiffsgeschwindigkeit war nur möglich durch eine um 20 v. H. grössere Leistung der Maschinenanlage. Dabei darf noch die Erwägung nicht unberücksichtigt bleiben, dass eine gleich grosse Anlage mit Kolbenmaschinen dem Schiffe noch keine Geschwindigkeit von 38 km erteilt hätte, weil Maschinen und Kessel zu schwer geworden wären und die Verdrängung wesentlich vergrössert hätten.

Zu einem ähnlichen Ergebnis führt die Vergleichung des Kohlenverbrauchs. Das Dampfboot *„Duchesse of Hamilton“* — mit Verbundmaschinen ausgerüstet — verbrauchte auf einer Fahrstrecke von $16^1/_2$ Knoten oder 30,57 km 16 t Kohlen, während *„King Edward“* auf eine Strecke von $18^1/_2$ Knoten oder 34,28 km 18 t Kohlen verbrauchte. Wäre es möglich gewesen, in das erstere Boot bei gleichbleibender Verdrängung eine dreifache Verbundmaschine für $18^1/_2$ Knoten oder 34,28 km Fahrgeschwindigkeit einzubauen, so wäre der Kohlenverbrauch für diese Fahrstrecke auf 22 t gestiegen, gegenüber 18 t auf dem *„King Edward“* entsprechend einer Ersparnis von etwa 20 v. H. zu Gunsten des letzteren Schiffes. Thatsächlich würde freilich der Kohlenverbrauch für die dreifache Verbundmaschine bei der angenommenen Fahrgeschwindigkeit von 34,28 km noch beträchtlich wachsen, weil eben die Maschinen- und Kesselgewichte eine Mehrverdrängung bedingen, für welche wiederum Maschinenkraft und Kohlenverbranch nötig wird.

Parsons ist überzeugt, dass die Vorteile der Turbinenmaschinen für Schiffe grösserer Abmessungen — wie Ozeandampfer, Schlachtschiffe und Kreuzer — die jetzt bereits erzielten noch weit übertreffen muss, weil die Maschinen sich bei wachsender Abmessung und Kraft verhältnismässig leichter im Gewicht und darum billiger stellen, auch beanspruchen dieselben weniger Raum, während andererseits die grösseren Abmessungen die Einführung wesentlicher Verbesserungen zur Herabminderung des Kohlenverbrauches möglich machen.

Es sei hier noch erwähnt, dass die *Queen Alexandra* für die Rückwärtsbewegung ebenfalls nur mit besonderen Turbinen versehen ist, welche für gewöhnlich in der Luftleere laufen. Die Anordnung der Schaufelblättchen derart, dass sie sowohl für Vorwärts- wie Rückwärtsgang durch Umkehr der Richtung des Dampfstromes genügen, ist zwar versuchsweise ausgeführt, hat aber — wie vorauszusehen — einen sehr ungünstigen Wirkungsgrad für beide Bewegungsrichtungen ergeben. Es ist daher z. Z. das beste, die Stellung der Blättchen für den günstigsten Wirkungsgrad bei der Vorwärtsbewegung auszubilden und die Rückwärtsbewegung durch besondere Turbinen zu bewirken.

Besondere Aufmerksamkeit ist auch der Durchbildung der Schiffsschraube zugewandt, bei welcher die Feststellung des Wirkungsgrades noch immer zu den schwierigsten Aufgaben gehört.



Parsons ging bei der *„Turbinia“* von der Voraussetzung aus, dass 55 v. H. der PSi als treibende PS für das Schiff zur Geltung gelangten und nahm ferner an, dass der Zuwachs an Reibungswiderstand der Welle, der mit der Schraube verbundenen Ausrüstungsteile unter Wasser, des Wassers an den Schaufelflügeln u. s. w. 10 v. H. ausmachten und gelangt dann zu den eigentlichen Wirkungsgrad der Schraube mit 65 v. H.

Hiermit stimmen die Versuche mit einem Modellschiff in dem Versuchsbehälter bei *Denny* in Dumbarton überein, an welchem die treibenden Teile unter Wasser entfernt waren.

Die Gleitungsverluste einer Schraube nimmt er im allgemeinen zu 22 v. H. an, während sich bei den Modellversuchen der *Queen Alexandra* mit flachflügeligen Schrauben 30 v. H. ergaben, dabei ist bemerkenswert, dass die Umfangsgeschwindigkeit der äussersten Flügelenden nicht grösser war, wie die bei Schrauben von englischen Kreuzern III. Klasse erreichten Grenzwerte.

Hinsichtlich der Landturbine sind noch folgende Angaben beachtenswert.

Im Jahre 1884 wurde die erste Verbundturbine in England zum Treiben einer Dynamo angewandt, 1890 befanden sich in England 360 ähnliche Anlagen im Betrieb, deren Leistung je zwischen 4 bis 120 PS betrug, während die Gesamtleistung die Höhe von 5000 PS erreichte. Im Jahre 1896 war die Zahl der Anlagen auf 600, die Gesamtleistung auf 40000 PS gestiegen, während die stärkste Turbine 600 PS leistete. Heute sind dort 800 Anlagen mit zusammen 200000 PS, deren grösste 3000 PS leistet, im Betrieb.

Auf dem Festland nahmen *Brown Boveri & Cie.*, Baden in der Schweiz im Jahre 1900 den Bau der Verbundturbine

auf und führten bis jetzt etwa 20 Anlagen mit zusammen 29 000 PS aus, deren grösste 5000 PS leistet. (Siehe hierzu auch Seite 579 d. Bd.)

Die *British Westinghouse Company* schloss kürzlich mit der *Metropolitan and District Railway Company* die Lieferung von 10 Wechselstrommaschinen mit Turbinenantrieb von 5000 PS ab, während von der Pittsburg-Abteilung derselben Gesellschaft mehrere kleinere Anlagen ausgeführt sind.

Die Gesamtleistung aller Anlagen mit Landturbinen beläuft sich z. Z. auf rund 300 000 PS. Den günstigsten Dampfverbrauch erzielte eine 1000 Kilowatt-Gleichstromanlage für die Elektrische Beleuchtungsgesellschaft in Newcastle mit 7,847 kg für 1 Kilowattstunde oder 4,647 kg für 1 PSi-Stunde und hofft man, wie schon oben erwähnt, bei entsprechender Vergrösserung der Maschinenkraft diese Leistungen noch zu überschreiten.

Als besonders beachtenswert dient hervorgehoben zu werden, dass Versuche nach jahrelangem Betrieb keine Zunahme im Dampfverbrauch, ebensowenig einen bemerkenswerten Verschleiss der drehenden Teile ergaben.

Diesen hochwichtigen thatsächlichen und erprobten Erfolgen einer sich auf rund 400 000 PS Leistungsfähigkeit beziffernden Maschinengattung gegenüber, haben nun die wissenschaftlichen Körperschaften unserer technischen Hochschulen, die gewiss dankenswerte Aufgabe, zum richtigen Verständnis der noch bestehenden Schwierigkeiten, sowie zu deren Beseitigung ihrerseits beizutragen, — wie solches z. B. durch Prof. *Thurston* an der Sibley-Hochschule in Amerika mit so grossem Eifer aufgenommen ist und hoffentlich mit der Zeit seine Früchte tragen wird. Zu erwähnen sind hier auch die Untersuchungen von Prof. *Ewing* in England, sowie von *M. Schröter* und Prof. Dr. *Weber* in Deutschland.

Eine Stellungnahme gegen die Dampfturbine von seiten unserer technischen Wissenschaft aber sollte ausgeschlossen sein, weil sie, anstatt dem Fortschritt Rechnung zu tragen, viel zu sehr auf Parteinahme für bestehende Einrichtungen schliessen lassen würde, abgesehen davon, dass sie einen vergeblichen Kampf mit stumpfen Waffen kennzeichnete.

Em. Arp.

Kleinere Mitteilungen.

Ein neues Filtermaterial für mechanische Wasser-Reinigung

und verschiedene mit demselben ausgerüstete Apparate, die von der *Aktiengesellschaft für Grossfiltration* in Worms konstruiert sind, beschreibt der *Hydrotekt* in No. 13 und No. 15. Das Filtermaterial, ein Kunststein von unbegrenzter Haltbarkeit, hoher mechanischer Festigkeit und überraschender Porosität, wird folgendermassen hergestellt. Ein Gemisch von reinem Quarzsande und feinem Glaspulver wird mit einem geheim gehaltenen Bindemittel versetzt, dann die trockene Masse hydraulisch mit 250 Atm. in Zylinderform gepresst und in besonders konstruierten Oefen gebrannt. Man hat es hierbei in der Hand, die Eigenschaften des Filtermaterials dem besonderen Zwecke anzupassen, so dass es befähigt ist, den gewünschten Filtrationsresultaten sowohl qualitativ als auch quantitativ völlig gerecht zu werden. —

Für einen nicht zu grossen Wasserbedarf ist der in Fig. 1 gezeichnete, geschlossene Filterapparat berechnet, bei dem die Filtration unter Druck geschieht. Er besteht aus einem geschlossenen Gefäss, welches durch die horizontale Wand *a* in zwei Teile geteilt ist. In die untere Kammer sind die zylindrisch geformten Filter *e* eingebaut; die obere dient als Sammelbehälter für die Filtrate der einzelnen Filterelemente. Die Wirkungsweise des Apparates ist die folgende: Aus einem, in genügender Höhe befindlichen Behälter tritt das Rohwasser durch *d* in die Filterkammer ein und wird durch den auf ihm lastenden Druck durch die Filter gepresst, auf deren Oberfläche es seine mechanischen Verunreinigungen zurücklässt, nachdem sich schon vorher die gröbsten Verunreinigungen in der Filterkammer zu Boden gesetzt haben. Das nun völlig klare und fast keimfreie Wasser wird dann durch *c* in den Sammelbehälter geleitet.

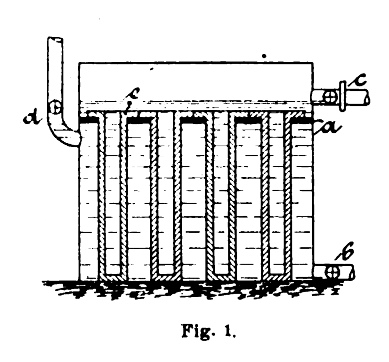


Fig. 1.

Die Reinigung der Filter, die sich, je nach der Art der Verunreinigungen, früher oder später als nötig erweist, wird durch Rückspülung unter Druck bewirkt. Hierzu wird der Rohwasserzufluss abgesperrt und der Ablasshahn *b* geöffnet. Das reine Wasser strömt dann in umgekehrter Richtung durch die Filter, reinigt ihre Poren, löst die an der äusseren Oberfläche festgesetzten Schlammpartikelchen ab und reisst sie durch *b* mit in den Schlammkanal.

Ebenfalls für kleineren Bedarf ist der in Fig. 2 dargestellte offene Filterapparat eingerichtet. Seine Einrichtung unterscheidet sich von der vorher beschriebenen dadurch, dass die Filtration nicht unter erhöhtem Drucke stattfindet. Zur Reinigung der Filter ist hierbei ein besonderer Reinwasserbehälter nötig, der das zur Rückspülung nötige Druckwasser enthält. Es wird nach Abstellung des Wasserzuflusses bei *d* und Oeffnen des Schlammhahnes *c* mit 3—4 Atm. Ueberdruck — 10 Atm. kann das Filtermaterial ohne Schädigung vertragen — durch *b* eingepresst.

Die Vorzüge der Apparate bestehen vor allen Dingen in der senkrechten Anordnung der zylinderförmigen Filterelemente. Hierdurch wird bei gleich grosser Grundfläche eine erheblich grössere Filterfläche erzielt, als bei horizontalen Filtern; ausserdem tritt Verschmutzen und Verstopfen der Filter wesentlich später ein, da die senkrechte Anordnung den Verunreinigungen besser Gelegenheit bietet, sich auf dem Boden der Filterkammern abzusetzen. —

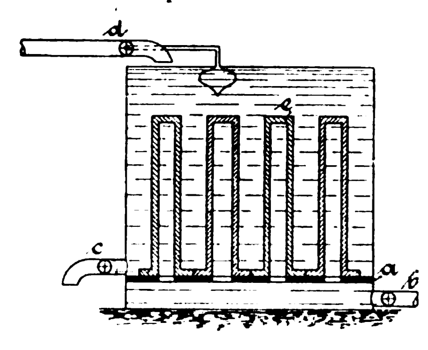


Fig. 2.

Die Leistungsfähigkeit der Filter ist natürlich abhängig von der Art und der Menge der das Rohwasser verunreinigenden Stoffe. Bei wenig verunreinigtem Wasser leistet 1 qm bei 3 m Druck 10 cbm in 24 Stunden oder 7 l in der Minute. — Die Wandstärke der zylindrischen Filter ist für Bedarfswasser mit 5 cm genügend, während für Trinkwasser 7 cm erforderlich sind.

Für Grossfiltration eignet sich am besten die Anwendung von offenen Apparaten, die in diesem Falle in Cementbeton ausgeführt werden. Fig. 3 zeigt einen solchen. Er besteht aus

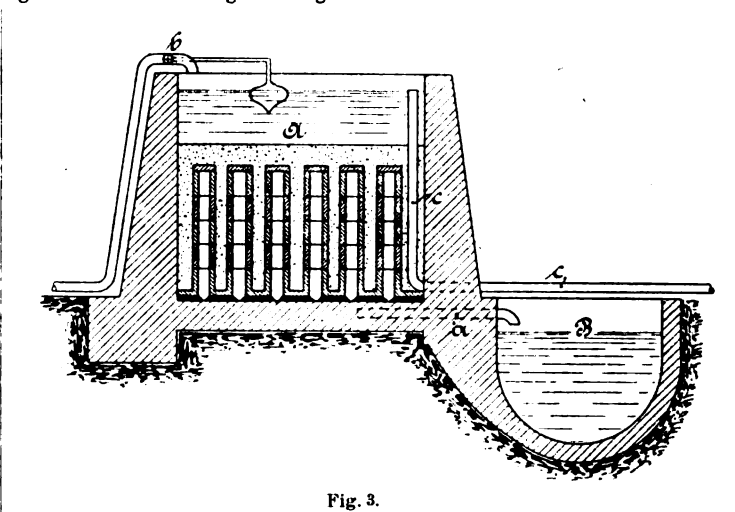


Fig. 3.

einer Filterkammer *A* und einem Reinwasserbehälter *B*. In der Sohle der Filterkammer sind ca. 10 cm tiefe Rinnen ausgespart, welche in eine gemeinsame Sammelrinne münden, die ihrerseits wieder durch ein gusseisernes Rohr *a* mit dem Reinwasserbehälter in Verbindung steht. Ueber den Rinnen befindet sich ein Fussbodenbelag aus besonders geformten, durchlochten Platten. In die Aussparungen derselben werden die Filterzylinder eingesetzt und mit Cement verkittet. Die Zylinder, die zweckmässig aus 5 einzelnen Ringen von je 20 cm Höhe zusammengesetzt werden, sind an ihrem oberen Ende mit einer Kappe verschlossen,

während das untere Ende mit den Abflussrinnen in Verbindung steht. Sie befinden sich in einer Packung von feinem Sand, die ca. 30 cm über ihre Verschlusskappen hinausreicht. — Das zu reinigende Wasser wird durch das mit Schwimmerventil versehene Rohr *b* zugeleitet. Es lagert zunächst auf der Sandschicht die Hauptmenge der Sink- und Schmutzstoffe ab und sickert dann zu den Zylindern durch. Beim Passieren derselben wird es von den letzten mechanischen Verunreinigungen befreit, sodass es völlig klar durch die Rinnen zur Sammelleitung abfliesst. In der Filterkammer ist ein, mit der Kanalisation in Verbindung stehendes Ueberlaufrohr *c* angebracht, welches in der Höhe der Sandschicht geteilt und zum Abnehmen eingerichtet ist. Die Reinigung der Filter geschieht auch hier durch Rückspüluug mit reinem Wasser, welches aus einem besonderen Druckbehälter zugeführt wird. Es wird zunächst der Rohwasserzufluss gesperrt. Nachdem nun sämtliches Wasser durch die Filter in den Reinwasserbehälter abgeflossen ist und die Filter sich mit Luft gefüllt haben, wird wieder Rohwasser zugelassen, bis die Sandschicht ca. 20 cm hoch bedeckt ist, und dann der Spülwasserzufluss geöffnet. Die in den Zylindern enthaltene Pressluft hebt gemeinsam mit dem Druckwasser alle an der Filterfläche abgelagerten Stoffe ab, reinigt die Filterporen und bringt den Sandinhalt der Filterkammer in wallende Bewegung. Der aufsteigende Schaum reisst die Schmutzteile mit in die Höhe und wird nach Abnahme des oberen Teiles des Ueberlaufrohres *c* in die Kanalisation entfernt. — Bei grösseren Anlagen empfiehlt es sich, an Stelle eines grossen Behälters mehrere kleinere treten zu lassen, weil dann die einzelnen Kammern nacheinander gereinigt werden können und der Betrieb nicht unterbrochen zu werden braucht und weil ferner die Menge des zur Reinigung nötigen Druckwassers geringer ist und somit auch die Abmessungen des Behälters kleiner gewählt werden können. — Anlagen der eben beschriebenen Art für die Filtration von Trink- und Nutzwasser und teils auch von Abwässern, haben sich bereits im Betriebe bewährt, resp. sind im Bau in Bozen, Burg, Freiburg, Gera, Worms und in Wilhelmsburg bei Hamburg. *Dr. Hgr.*

Vergütung von Stahl nach dem Coffin-Prozess.

In der Revue de Méc. berichtet *M. J. Oudet*, dass beim amerikanischen Lokomotivenbau wichtige Maschinenteile, wie Achsen, Kurbelzapfen und Kolbenstangen häufig dem sogenannten „Coffin-Prozess" unterworfen werden, durch den die Sprödigkeit des Stahles erheblich gemindert werden soll. —

Ein ähnliches Verfahren ist in Frankreich unter der Bezeichnung „Doppelhärtung" (double trempe ou trempe suivie de recuit) gebräuchlich. — Der bis auf Gelbhitze erwärmte Stahl wird hierbei schnell bis zur Dunkelrotglut abgekühlt, worauf man ihn langsam erkalten lässt. Die rasche Abkühlung bis auf Dunkelrotglut wird dadurch erzielt, dass man die aus dem Ofen kommenden Maschinenteile mittels geeigneter Vorrichtungen in Kästen taucht, in denen sie allseitig von Wasserstrahlen getroffen werden.

Festigkeitsprüfungen, die *M. Pommeroy* von der Cambria Iron Steel Company mit Achsen, die nach dem „Coffin-Prozess" behandelt wurden, anstellte, zeigten nachstehende Ergebnisse:

		ursprünglich	Nach der Behandlung
Elastizitätsgrenze	kg/qmm	21	31
Zugfestigkeit	kg/qmm	50	51
Dehnung	%	24	24

Kühlung von Eisenbahnwagen.

Nach der „Milchzeitung No. 45" hat das dänische Versuchslaboratorium vergleichende Versuche inbetreff der Abkühlung von Eisenbahnwagen durch Eis und Ammoniak angestellt. Die hierbei benutzten Eisenbahnwagen waren sowohl an den Seiten wie auch am Boden und am Dach mit Doppelwänden versehen. Die Eiskühlwagen führten in ihrem Innern vier aus einem Flechtwerk von Eisenbändern gebildete Eisbehälter, von denen immer zwei an je einer Kopfwand und zwar unter dem Dach angebracht waren. Die Abkühlung des Wageninnern geschah infolgedessen in der Weise, dass die Luft in die Eisbehälter eindrang, sich dort abkühlte, und durch die unteren Oeffnungen zu Boden sank, sich hier allmählich erwärmte, wieder emporstieg u. s. w. Bei dem mit einem Ammoniak-Kühlapparat ausgestatteten Wagen geschah die Abkühlung durch verdichtetes Ammoniak, welches sich in vier zylindrischen, auswendig am Wagen angebrachten Eisenflaschen befand. Von hier aus gelangte das Ammoniak in zwei innerhalb des Wagens angebrachte Kühlschlangen, in welchen es durch Aufnahme von Wärme aus dem Wageninneren allmählich in gasförmigen Zustand überging und nun in einen unter dem Wagen angebrachten Wasserbehälter geleitet und dort absorbiert wurde. Die Abkühlung des Wageninneren geschah also durch beständige Zirkulation der Luft in dem Wagen um die Kühlschlangen. Bei den Versuchen unter Abkühlung stehender Wagen wurden auf jeden Grad C., um welchen die Luft in dem Wagen im Durchschnitt unter den Wärmegrad der Luft im Freien abgekühlt wurde, verbraucht:

Eis			Ammoniak
Versuch 1:	Versuch 2:	Mittel:	
1,672 kg	1,601 kg	1,637 kg	0,535 kg

d. h. mit 1,637 kg Eis war dieselbe Wirkung erreicht worden, wie mit 0,535 kg Ammoniak, oder 1 kg Eis = 0,327 kg Ammoniak. Aehnliche Ergebnisse lieferten die Versuche beim Abkühlen von leeren sowie belasteten Wagen während der Fahrt. Hierbei betrug der Verbrauch in gleicher Weise wie vorhin berechnet:

an Eis			an Ammoniak
Versuch 1:	Versuch 2:	Mittel:	
1,653 kg	1,722 kg	1,688 kg	0,550 kg

d. h. 1 kg Eis = 0,326 kg Ammoniak. Es entspricht also hiernach in bezug auf den Nutzungswert 1 kg Ammoniak ungefähr 3 kg Eis. Weiterhin haben die Versuche noch gezeigt, dass die Ammoniak-Abkühlung mehr gleichbleibende Temperatur bewirkt und in höherem Grade trocknend auf die Luft einwirkt als die Eisabkühlung. Auch bietet der Ammoniak-Kühlapparat den Vorteil, dass er leichtere Regulierung der Kühlung gestattet, als die Eiskühlung. *Hcp.*

Einfacher Brenner für Spiritus-Glühlicht.

Bekanntlich erforderten die bisherigen Brenner für Spiritus-Glühlicht eine Zünd- oder Vorwärmflamme. Neuerdings ist es nun dem Ingenieur *Aschner* gelungen, einen ungemein einfachen Spiritus-Glühlichtbrenner zu konstruieren, der sich in der Handhabung nicht wesentlich von einem gewöhnlichen Petroleumbrenner unterscheidet. Wie aus der Schnittzeichnung (Fig. 1) ersichtlich ist, ist am Brenner eine Hülse angeordnet, die das Dochtrohr in einiger Entfernung umgiebt und die gesamte, der Verbrennung dienende Aussenluft der Flamme zuführt. Die Luftzufuhr reicht hin, um blau brennende Flammen zu erzielen. Dochtrohr und Hülse werden nun durch die

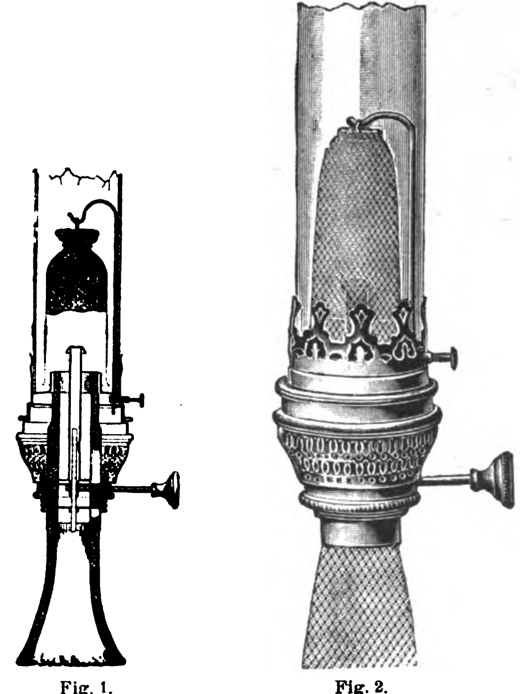


Fig. 1. Fig. 2.

vorbeistreichende Luft stark gekühlt. Diese Kühlung ist so energisch, dass die Dochtführung nach stundenlangem Brennen noch so kalt ist, dass man sie sofort nach dem Auslöschen ohne Bedenken anfassen kann. Die Zylindergalerie ist mit der eben erwähnten Hülse durch einen nicht gelochten Boden verbunden. Wird nun die Zylindergalerie mit dem Glühstrumpf in das Bereich der Blauflamme gebracht, so bringt letztere den Strumpf zum Glühen. Die Lichtausstrahlung ist eine durchaus gleichmässige. Der Aschnerbrenner, der von *Aschner-Glühlicht G. m. b. H., Berlin, Prinzenstr. 42*, auf den Markt gebracht wird, liefert bei einem Spiritusverbrauch von 1 Liter in etwa 8 bis 10 Brennstunden etwa 49 Normalkerzen. Der einfache Runddocht erleidet fast gar keine Verunreinigung durch Verharzung oder Verkohlung und dürfte daher diese Neuheit als Mittel für eine rationelle Ausnutzung des einheimischen Spiritus und zur Verdrängung des ausländischen Petroleums weitgehendste Beachtung verdienen.

Fig. 2 zeigt den Aschnerbrenner in Ansicht. *Gr.*

Eine Verbesserung an Wasserreinigungs-Apparaten

wird in der Zeitschrift „Licht und Wasser" 7. Jahrgang No. 43 beschrieben. Bei den jetzt in Gebrauch befindlichen Apparaten wird die das Reinigungsmittel enthaltende Flüssigkeit selbstthätig durch ein am Boden des Vorratsbehälters befindliches Ventil in das Reinigungsgefäss abgelassen, und zwar wird dies Ventil eben

solange geöffnet, wie das für das Rohwasser. Es liegt nun auf der Hand, dass der Zufluss des Reinigungsmittels bei gleicher Oeffnungszeit des Ventils grösser sein wird, wenn das Vorratsgefäss bis obenhin gefüllt ist, als wenn es nahezu leer ist. Da der Zufluss des Rohwassers aber stets annähernd konstant bleibt, so ist naturgemäss die Reinigung des Wassers keine gleichmässige. Diesem Uebelstand hilft die in Fig. 1 dargestellte Anordnung in einfachster Weise dadurch ab, dass sich unterhalb des Chemikaliengefässes *A* ein kleineres Gefäss *B* befindet, in welchem durch einen Schwimmer *a* der Flüssigkeitsstand auf konstanter Höhe gehalten wird. Aus diesem Gefäss tritt dann die Reinigungsflüssigkeit durch das Ventil *c* in das Gefäss *C*, wo sie mit dem Rohwasser in Berührung kommt. Das Ventil *c* ist ebenso wie das Wasserzuflussventil *d* durch Stangen mit dem Hebel des Schwimmers *e* verbunden. Jede Bewegung des Schwimmers *e* wird also direkt auf die beiden letzterwähnten Ventile übertragen, sodass sie gleichmässig und gleich lange geöffnet und geschlossen werden. Da der Wasserdruck im Zuleitungsrohr *h* stets derselbe ist und die Flüssigkeitssäule in *B* auch konstant bleibt, ganz unabhängig davon, wie weit *A* gefüllt ist, so stehen die Mengen des Rohwasser- und Reinigungsmaterials immer im gleichen Verhältnis, und somit ist auch eine Gleichmässigkeit der Wasserreinigung gewährleistet. *Dr. Hgr.*

Fig. 1.

Die Verwendung der elektrischen Energie auf den Oelfeldern der Halbinsel Apscheron.

Obgleich auf den Oelfeldern in der Umgebung Bakus die Elektrizität für Beleuchtungszwecke schon seit Jahren fast ausschliesslich verwendet wird, werden die für die Erdölgewinnung und Verarbeitung erforderlichen Maschinen grösstenteils durch Dampf betrieben. Bei der grossen Anzahl von Dampfmaschinen und Dampfkesseln bilden letztere durch ihre unvollkommene Bauart häufig die Ursache gewaltiger Feuersbrünste, die schon ganze Anlagen auf den Oelfeldern zerstört haben. Für den Betrieb der Maschinen und Werkzeuge ist die elektromotorische Kraft auf den Oelfeldern Bakus bisher in grösserem Umfange noch nicht zur Anwendung gelangt. Nach den Mitteilungen der russischen amtlichen Handels- und Industriezeitung (Torgowo Promyshlenaja Gaseta) wurde die erste elektrische Station, die inzwischen wieder eingegangen ist, vor etwa vier Jahren auf den Oelfeldern in Balachany errichtet. Die Gesellschaft der *Gebrüder Nobel* hat vor etwa drei Jahren eine elektrische Station erbaut, deren Dynamos durch 5 Gasmotoren von je 100 bis 125 PS betrieben werden. Das Gas wird aus einer für diesen Zweck besonders errichteten Gasfabrik geliefert. Die Station versorgt nur 10 Motoren, die übrigen werden durch die Anlagen der Gesellschaft „*Elektrische Kraft*" betrieben, die sich auch verpflichtet hat, die elektromotorische Kraft für den Betrieb aller *Nobel*schen Maschinen zu liefern.

Im Jahre 1899 wurde der Bau der elektrischen Station der *Kaspi-Schwarzmeer-Gesellschaft* in Sabrasch in Angriff genommen und zu Anfang des Jahres 1901 vollendet. Die Dynamos wurden durch 3 Gasmotoren von 350 PS betrieben. Die Station kämpfte ein halbes Jahr hindurch mit grossen Schwierigkeiten und sah sich schliesslich zur Betriebseinstellung genötigt, weil die Motoren für das Oelgas sich als gänzlich ungeeignet herausstellten und vollständig umgebaut werden mussten. Gegenwärtig ist die Station noch nicht betriebsfähig.

Die erste elektrische Station Bakus, die auch für andere gewerbliche Zwecke die elektromotorische Kraft liefert, wurde im Frühjahr 1901 von der *Apscheron*schen Gesellschaft vollendet. Zum Betriebe der Dynamos dienen zwei Dampfmaschinen von je 750 PS, die gegenwärtig auf den Oelfeldern in Balachany sechszehn Motoren betreiben.

Die Gesellschaft „*Elektrische Kraft*" wurde erst vor einigen Jahren gegründet, sie hat für die Anlage elektrischer Stationen bereits eine Summe von rund $7\frac{1}{2}$ Millionen Rubel (etwa 16,125 Millionen Mark) verausgabt. Bei ihrer Gründung erwarb sie auch die Beleuchtungsstationen der Gesellschaft „*Licht*" in Balachany Bibi Eïbat und in der Stadt Baku, ausserdem errichtete sie noch zwei Stationen, eine in Bibi-Eïbat für die dortigen Oelfelder und für die Stadt, die andere in der sogenannten weissen Stadt (im Gegensatz zur schwarzen Stadt, wo sich die Verarbeitungsstätten des Erdöls befinden) und für die übrigen Oelfelder.

In Bibi-Eïbat begann der Bau der Station im Jahre 1900, der Betrieb wurde im Juni 1901 eröffnet. Die Dynamos werden durch vier Dampfmaschinen von je 500 PS betrieben. Auf den Oelfeldern in Bibi-Eïbat speist die Station 21 Motoren. In der weissen Stadt wurde der Bau in derselben Zeit begonnen und im Februar 1902 vollendet. Die Station besitzt dort eine Dampfmaschine von 125 PS, vier von je 1000 PS und eine von 2000 PS; sie betreibt gegenwärtig 46 Motoren.

Zur grösseren Verbreitung der elektrischen Kraft auf den Oelfeldern Bakus hat kürzlich ein besonderer Regierungsausschuss dem zuständigen Ministerium verschiedene Vorschläge unterbreitet, die auf eine Beseitigung der unzweckmässigen und feuergefährlichen Heizanlagen Bakus hinzielen.

Geplante Versorgung St. Petersburgs mit elektrischer Energie.

Nach den Mitteilungen der St. Petersburger Zeitung hat die Gesellschaft „*Siitola*", die Besitzerin der Wasserfälle von Linakosi in Finnland, der technischen Abteilung des St. Petersburger Stadtamtes einen Entwurf zur Versorgung des städtischen Fernsprechnetzes und der Strassenbahnen mit elektrischer Energie vorgestellt. Die Gesellschaft will der Hauptstadt elektrische Energie bis 20000 PS liefern und den Strom in kupfernen Leitungsdrähten von den Wasserfällen Finnlands über Beloostrowo durch die Vororte der Stadt zuführen. Dem Stadtamt sind von der Gesellschaft folgende Bedingungen vorgeschlagen worden:

Die Stadt pachtet von der Unternehmerin elektrische Energie für einen Zeitraum von 25 Jahren und für 80 Millionen Kilowattstunden jährlich, wobei der Arbeitstag zu 15 Stunden gerechnet wird. Der Gesellschaft wird das Recht eingeräumt, auch Privatpersonen und der Industrie elektrische Energie zu liefern. Als Pachtzahlungen werden angesetzt:

Bei einem Verbrauch

bis . . .	30000 Kilowatt	7 Kopek.	(etwa 15 Pf.)	p. Kilowatt
von 30000—60000	„	6 „	(„ 13 „)	„ „
über . .	60000 „	5 „	(„ 11 „)	„ „

Der Entwurf wird gegenwärtig von einem besonderen Ausschuss des St. Petersburger Stadtamts begutachtet.

Ein neuer Rost,

der von *Otto Nicolai* konstruiert wurde, wird in der „Thonindustriezeitung", 26. Jahrg. No. 139 S. 1845 beschrieben. Er zeichnet sich dadurch aus, dass seine einzelnen Stäbe langsam gedreht werden, wodurch die Asche in den Aschenfall befördert wird, ebenso wie die Schlacke und somit ein Verstopfen des Rostes durch Asche und geschmolzene Schlacke vermieden wird. Wie der in Fig. 1 dargestellte Querschnitt des Rostes zeigt, haben die in geeigneter Entfernung angeordneten Roststäbe zylindrische Form und sind mit Längsnuten *a* zur Aufnahme von Schlacke und Asche versehen. Diese Nuten sind, was wesentlich ist, gegen einander versetzt, sodass bei der Drehung der Stäbe die Nuten zweier nebeneinanderliegender Roststäbe sich niemals direkt gegenüber stehen und so durch Verbreiterung des zwischen den Stäben befindlichen Zwischenraumes auch grösseren Kohlenstückchen Gelegenheit gegeben würde, hindurch zu fallen. Der Antrieb der Stäbe geschieht durch Zahnräder und zwar soll die Drehrichtung der sämtlichen Stäbe dieselbe sein, was damit erreicht wird, dass man die Zahnräder in zwei Reihen anordnet. Den Antrieb des ersten Zahnrades besorgt eine Schnecke oder auch ein Exzenter gemeinsam mit einer Sperrklinke. Bei der Verwendung von Stückkohle als Feuerungsmaterial ist es nötig, die Drehrichtung der Stäbe von Zeit zu Zeit umzukehren, damit die Kohlen nicht seitlich verschoben werden. Die Zugleiter *b* bestehen aus geraden Stäben, denen die Aufgabe obliegt, die eintretende Luft vorzuwärmen und vor allen Dingen ein Verbiegen des Rostes zu verhindern. *Dr. Hgr.*

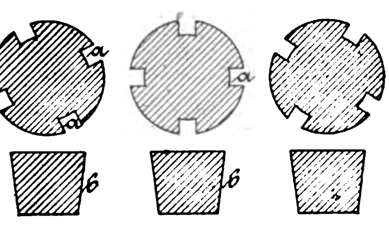


Fig. 1.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 2. **Berlin, 10. Januar 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 810 Bd. 317.)

Die Anwendung der *Dubiau*schen Rohrpumpe an einem kombinierten Flammrohr- und Feuerrohrkessel der *Ersten Brünner Maschinenfabrikgesellschaft* in Brünn ist in den Fig. 123 und 124 wiedergegeben.

Der dargestellte Kessel umfasst 150 qm Heizfläche, ist für 10 Atm. bestimmt und hat nur einen Dampfraum, von der Glocke der Rohrpumpe abgesehen.

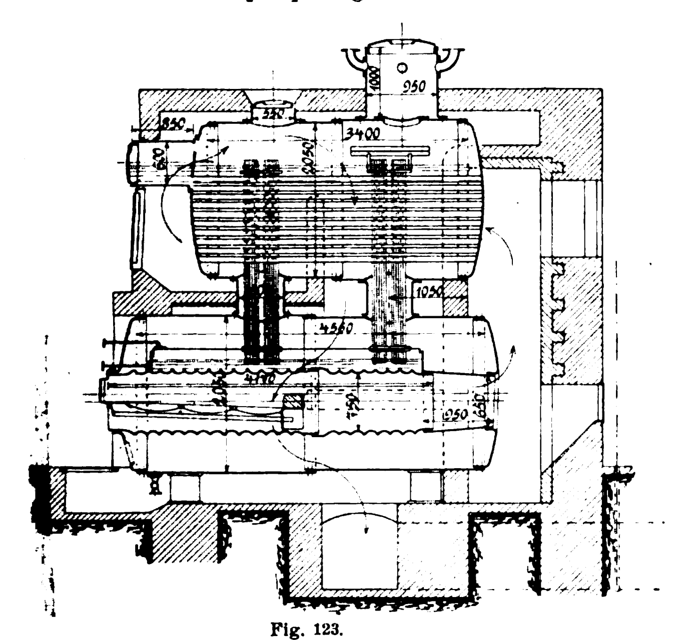


Fig. 123.

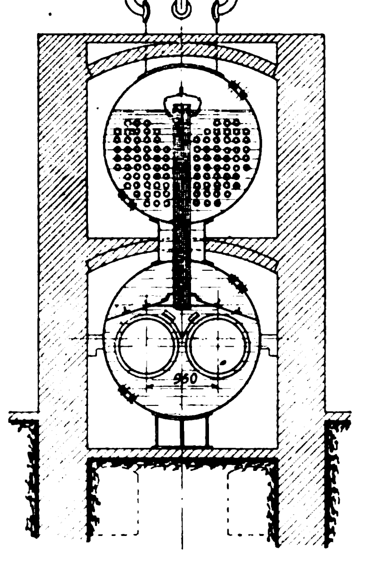


Fig. 124.

Kombinierter Flammrohr- und Feuerrohrkessel der Ersten Brünner Maschinenfabrikgesellschaft mit Dubiau scher Rohrpumpe.

Diese Glocke ist über die beiden gewellten Flammrohre gespannt und führt den aufgefangenen Dampf durch zwei Rohrsysteme in den Dampfraum des Oberkessels. Da das hintere Rohrsystem fast unmittelbar unter dem Dampfdom mündet, so hat dasselbe eine Schutzhaube erhalten, um das Hineinschleudern des mitgerissenen Wassers in den Dampfdom zu verhindern.

Da der Raum zwischen den beiden Flammrohren der saugenden Wirkung der *Dubiau*schen Röhren sehr stark ausgesetzt ist und demnach die Gefahr besteht, dass die oberen, inneren Teile der Flammrohrwandungen vom Wasser entblösst werden können, so sind zwischen den Flammrohren Leitbleche (Fig. 124) eingebaut, welche das Wasser an die Flammrohre herandrücken sollen.

Die Glocke im Unterkessel ist mit einer besonderen Wasserstandsanzeigevorrichtung versehen, die den Wasserstand unter der Glocke beobachten lässt und besonders eine Verstopfung der Röhren sofort erkennen lassen würde.

Der Oberkessel besitzt 98 Siederohre von 95 mm Aussenweite; die Mantelbleche sind doppelreihig genietet, in den Rundnähten überlappt, in den Längsnähten beiderseitig gelascht.

Die Anwendung nur eines Dampfraumes ist durch die *Dubiau*sche Rohrpumpe gerechtfertigt. Im allgemeinen wird sonst der Doppeldampfraumkessel vorgezogen, da er infolge des doppelten Verdampfungsspiegels in der Regel trockneren Dampf liefert.

A. Montupet, Paris, baut bei seinen kombinierten Walzen- und Feuerrohrkesseln nach den schematischen Fig. 125 und 126 zur Regelung des Wasserumlaufes über der Feuerplatte einen Schirm ein, der die aufsteigenden Dampfblasen nach hinten ablenkt, wo sie durch die Verbindungsstutzen, die mit einer gemeinsamen Haube und einem Abzugsrohr überdeckt sind, nach oben in den Dampfraum gelangen. Die erzwungene Wasserbewegung vollzieht sich gerade entgegengesetzt dem natürlichen Umlauf, der sich sonst beim Fehlen der Vorrichtung einstellen würde. Viel mehr als die Umkehrung der natürlichen Wasserbewegung

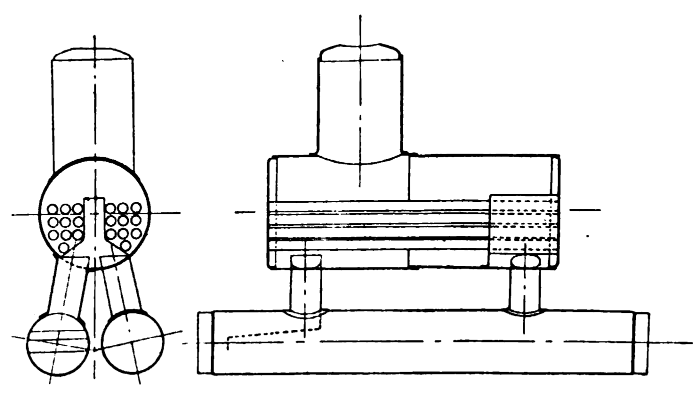


Fig. 125. Fig. 126.

Kombinierter Walzen- und Feuerrohrkessel von Montupet mit Wasserumlauf-Regler.

wird durch die Vorrichtung nicht erreicht werden können, jedenfalls keine derartige Steigerung der Bewegung wie beim Einbau einer *Dubiau*schen Rohrpumpe.

Der eingebaute Schirm soll auch die Ablagerung des Kesselsteines auf der Feuerplatte verhindern, indem das Wasser fast horizontal über die Feuerplatte hinweggeleitet wird, wodurch die festen und schlammigen Bestandteile nach hinten gespült werden sollen.

Der Reichling-Kessel (Fig. 127) von der Firma *Robert Reichling & Co.*, Dortmund und Krefeld, besteht aus einem

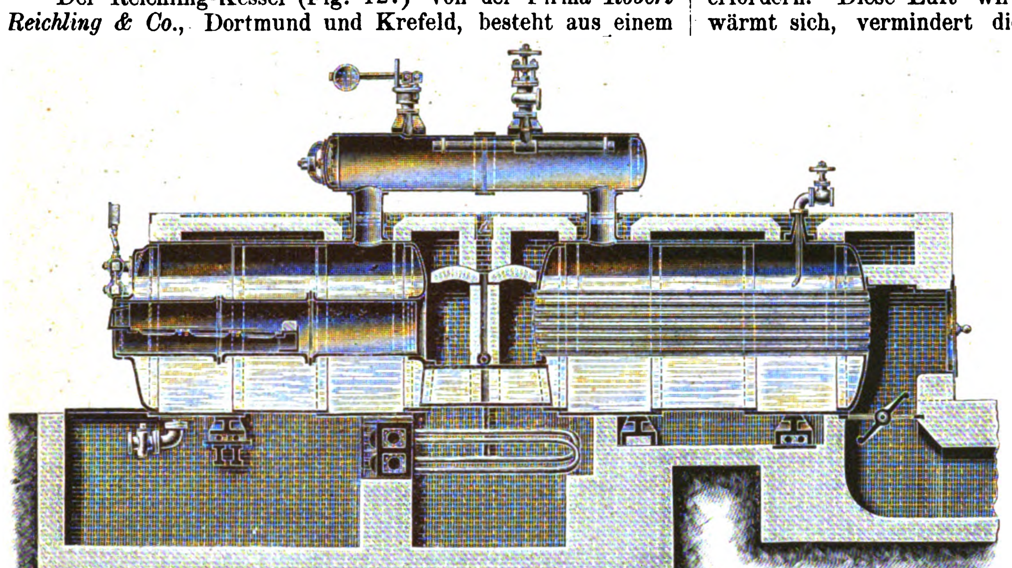


Fig. 127.
Kombinierter Cornwall- und Röhrenkessel (Reichling-Kessel) von Reichling & Co.

kombinierten Cornwall- und Röhrenkessel, bei welchem der Röhrenkessel hinter dem Cornwallkessel angeordnet und durch einen Stutzen mit demselben verbunden ist. Ein Dampfsammler verbindet oben die beiden Kessel und nimmt den in dem Vorder- und Hinterkessel entwickelten Dampf auf.

Zwischen den beiden Kesseln ist eine Wand vorgesehen, deren oberer Teil aus einzelnen Röhren und deren unterer Teil aus einer Klappe besteht. Die Röhren können aus Chamotte hergestellt sein und dienen in diesem Falle zur Zuführung frischer Verbrennungsluft, welche durch kleine Löcher zu den Verbrennungsgasen tritt. Sind die Röhren

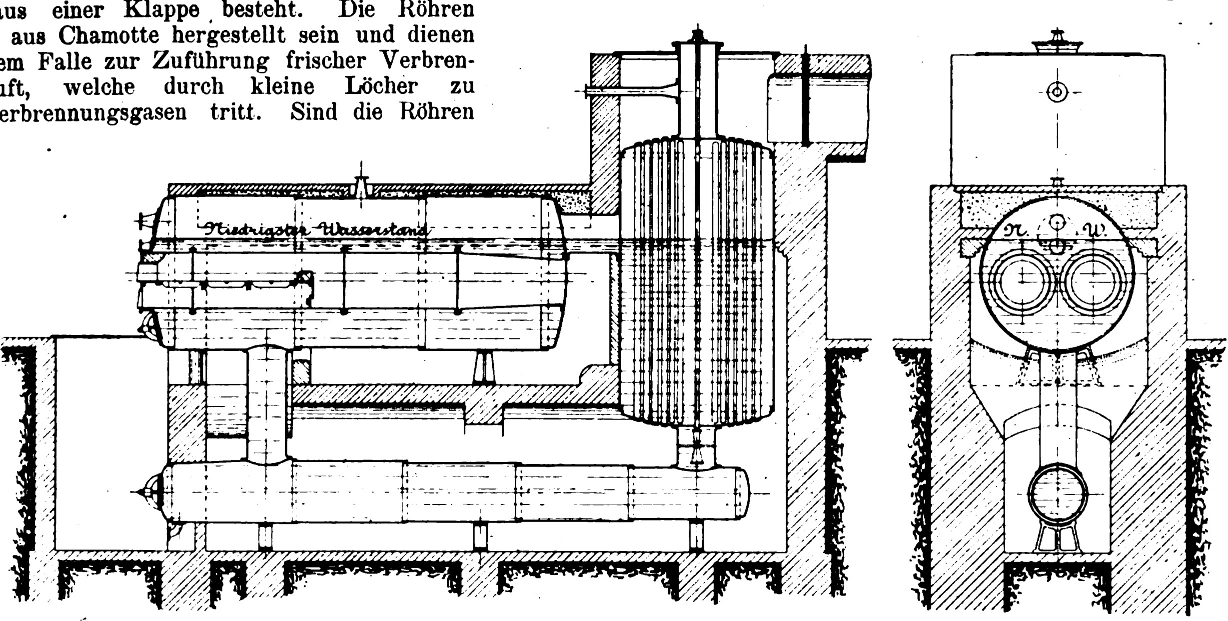


Fig. 128. Fig. 129.
Kombinierter Flammrohr- und Feuerrohrkessel, System Leinveber.

aus Eisen, so benutzt man sie gleichzeitig als Wasserröhren. Diese aus den Röhren gebildete Wand hat den Zweck, die aus den Flammrohren tretenden Gase nach unten abzulenken und zu verhindern, dass dieselben nur vorwiegend die oberen Röhren des Kessels durchstreichen. Gleichzeitig wird damit der Vorteil erreicht, dass infolge der Richtungsänderung der Gase die von diesen mitgerissenen Aschenteilchen nach unten abgeworfen werden.

Die beabsichtigte Einführung von Verbrennungsluft hinter dem Flammrohre muss als verfehlt bezeichnet werden. Bekanntlich ist man eifrig bemüht, das Ansaugen von Luft durch Mauerrisse u. dergl. zu verhindern, denn diese Luft nutzt der Verbrennung nichts mehr, da etwaige unverbrannte Kohlenwasserstoffe mindestens 700 ° C. zu ihrer Entzündung erfordern. Diese Luft wirkt nur nachteilig, denn sie erwärmt sich, vermindert die Temperatur der Heizgase und führt den grössten Teil der aufgenommenen Wärme in den Schornstein. Selbst wenn die Luft durch die Feuerbrücke zugeführt wird, kann der Erfolg zweifelhaft sein; hinter dem Flammrohr ist die Luftzuführung jedoch schädlich, denn hier pflegt die Temperatur bereits weniger als 600 ° zu betragen. Zweckmässiger dürfte es jedenfalls sein, die erwähnten Röhren als Wasserröhren auszubilden.

Beim Reichling - Kessel kommen die Feuerzüge am Mantel in Wegfall; es soll hierdurch, weil nur Innenzüge vorhanden sind, die Wärmeabgabe der Heizgase an das Mauerwerk verhindert werden. Dabei ist aber zu bedenken, dass die Heizfläche verkleinert wird und dass daher der Reichling-Kessel relativ grösser ausfallen muss als die kombinierten Feuerröhrenkessel mit Mantelheizung, wenn man mit gleicher Fuchstemperatur arbeiten wollte. Durch die Anordnung der beiden Kessel hintereinander wird auch ein grösserer Grundriss als bei übereinander liegenden Kesseln erforderlich; dagegen ist keine doppelte Armatur notwendig und die Wasserstandsgläser liegen in bequemer Höhe. Unterhalb des Stutzens, der den Vorder- und Hinterkessel miteinander verbindet, kann auch ein Dampfüberhitzer angebracht werden, welcher durch die oben erwähnte Klappe ein- und ausgeschaltet werden kann.

Wenn von der ausführenden Firma behauptet wird, dass der Reichling-Kessel mit 1 kg Kohle 10 % mehr Wasser verdampft als der *beste* Cornwallkessel, so dürfte das kaum durch Versuche zu beweisen sein.



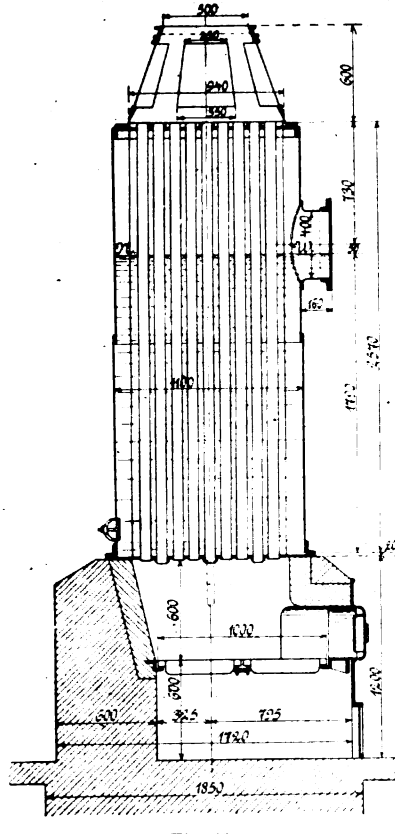


Fig. 130.
Stehender Feuerröhrenkessel ohne Einmauerung von A. Leinveber & Co.

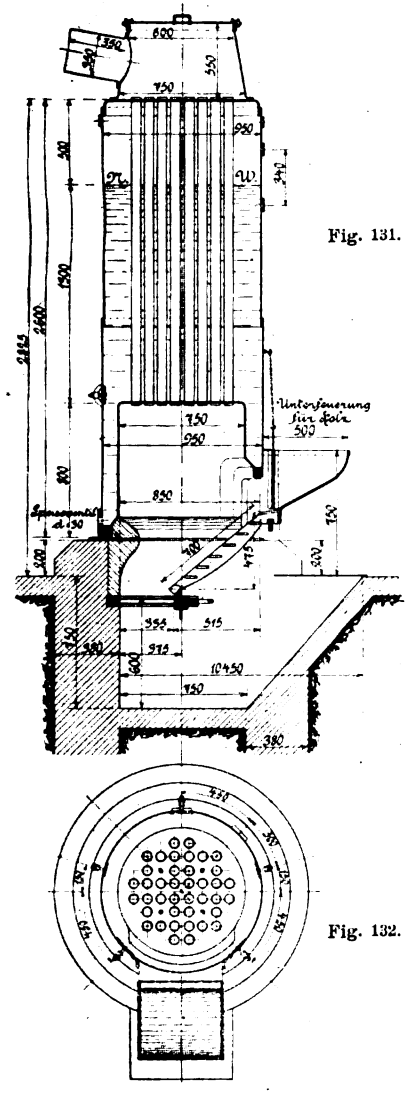


Fig. 131.

Fig. 132.

Feuerrohrkessel von A. Leinveber & Co.

Der kombinierte Flammrohr- und Feuerrohr - Kessel, System *Leinveber* (Fig. 128 und 129), von der Firma *A. Leinveber & Co.*, Gleiwitz Bahnhof, stellt sich als eine Verbesserung des Dupuis-Kessels dar. Der Flammrohrkessel steht mit einem Stutzen in der Wasserstandshöhe mit dem stehenden Feuerrohrkessel in Verbindung. Unterhalb beider Kessel liegt ein Sieder, der durch vertikale Stutzen mit dem Flammrohr- und mit dem Feuerrohrkessel verbunden ist. Der Sieder vergrössert nicht nur den Wasserinhalt des Kessels, er ermöglicht auch eine gute Wasserzirkulation und vermeidet besonders den Wassersack am Boden des Feuerrohrkessels, der sonst manche Uebelstände mit sich bringt. Die Speisung erfolgt im Feuerrohrkessel. Das kältere Wasser sinkt hier in den Sieder, wird nach vorn geleitet und steigt hier zum Flammrohrkessel auf, über dessen Feuerplatte die stärkste Dampfbildung vor sich geht. Die Heizgasführung ist folgende:
Erster Zug: Flammrohr; zweiter Zug: Mantel des Flammrohrkessels; dritter Zug: Sieder; vierter Zug: Feuerröhren.

Die vom Dampf umgebenen Feuerröhren ermöglichen eine gute Trocknung, vielleicht auch schwache Ueberhitzung des Dampfes; es empfiehlt sich daher, den Dampf vom Feuerrohrkessel aus zu entnehmen.

Ein *stehender* Feuerröhrenkessel ohne Einmauerung nach der Ausführung von *A. Leinveber & Co.* ist in der Fig. 130 wiedergegeben.

Die eingetragenen Masse beziehen sich auf einen Kessel von 30,6 qm Heizfläche und 7 Atm. Ueberdruck. Der Kessel ist ohne Feuerbüchse gebaut, die Feuerung ist in dem gemauerten Unterbau untergebracht. Die 85 Feuerröhren von 70 mm äusserem Durchmesser durchziehen den ganzen Kessel; sieben Röhren sind als Ankerröhren ausgebildet. Der Kesselmantel ist mit einem besonderen Wasserstandsstutzen versehen, der zugleich als Mannloch dient.

Stehende Kessel dieser Bauart beanspruchen nur einen sehr geringen Grundriss, müssen aber mit reinem Wasser gespeist werden, da die Innenreinigung auch dann Umstände macht, wenn das Röhrensystem durch Abheben des Kesselmantels freigelegt werden kann. Auch die Auswahl des Brennstoffes muss mit Vorsicht erfolgen, wenn auf hohen Wirkungsgrad Wert gelegt wird. Wegen der kurzen Feuerzüge sind möglichst kurzflammige Brennstoffe zu empfehlen.

Der in den Fig. 131 und 132 dargestellte Feuerrohrkessel von *A. Leinveber und Co.* hat 10 qm Heizfläche und ist für 6 Atm. Ueberdruck gebaut. Er besitzt eine Feuerbüchse von zylindrischer Form und ist mit einer Schrägrostunterfeuerung für Holz versehen. Der Schrägrost hat 0,7 m Länge und 0,5 m Breite. Der untere horizontale Planrost von 0,335 m Tiefe kann vorgezogen werden. Der Kessel wird von 40 vertikalen Feuerröhren von 57 mm Durchmesser durchzogen. Die Verankerung wird durch vier Rundeisenanker bewirkt.

Stehende Röhrenkessel mit *horizontalen* Feuerröhren sind in den Fig. 133 bis 136 schematisch zur Darstellung gebracht. Den Figuren liegt der patentierte Kessel von *O. Meredith*, Rock Ferry, Cheshire zu Grunde.

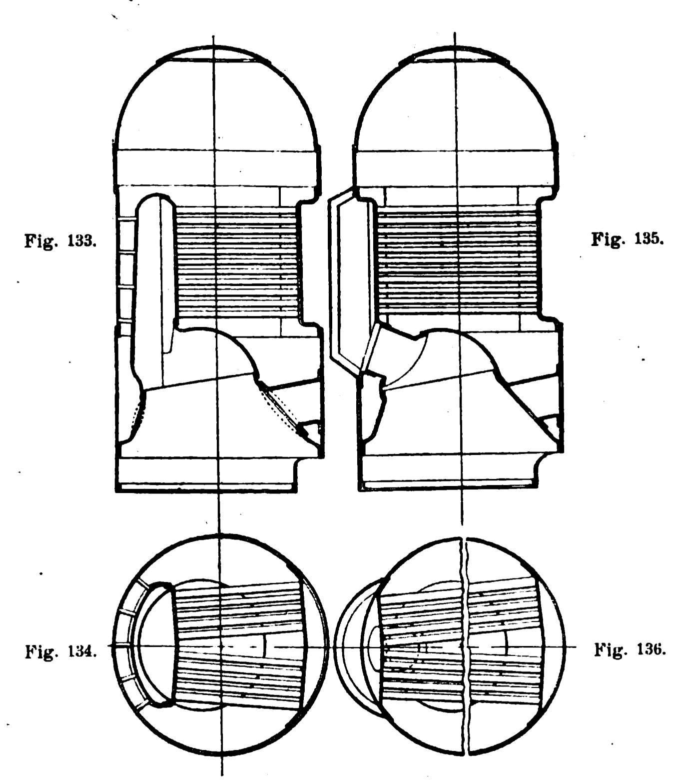


Fig. 133. Fig. 135. Fig. 134. Fig. 136.

Stehende Röhrenkessel mit horizontalen Feuerröhren nach Meredith.

Ueber dem Rost befindet sich eine kegelförmige Feuerbüchse, die in eine Kugelhaube übergeht. Von hier gelangen die Heizgase durch einen seitlichen Stutzen in eine Heizkammer und von hier in die horizontalen Feuerröhren. Bei der Ausführung Fig. 133 und 134 ist die Heizkammer allseitig von wasserberührten Heizflächen umgeben. Wo die letzteren nicht durch die Feuerröhren versteift sind, müssen sie durch Stehbolzen verankert werden. Bei der Ausführung Fig. 135 und 136 wird die Heizkammer von der Rohrwand und einer einfachen Umkleidung gebildet. Die Herstellung des Kessels, besonders der Feuerbüchse, ist jedenfalls mit mehr Schwierigkeiten verbunden, als bei der üblichen Bauart der stehenden Röhrenkessel; auch lassen sich, abgesehen von der etwas bequemeren Reinigung der kürzeren und horizontal liegenden Heizröhren von Russ, keine nennenswerten Vorteile auffinden, welche diese Schwierigkeiten rechtfertigen könnten.

Etwas zweckmässiger in der Ausbildung der Feuerbüchse erscheint der im übrigen wenig abweichende stehende Röhrenkessel mit horizontalen Röhren von *J. Blake*, Middlesbrough,

Yorks. Die Fig. 137 bis 137b zeigen drei verschiedene Anordnungen dieses patentierten Kessels. Bei den beiden ersten ist die Feuerbüchse aus einem kegelförmigen und einem zylindrischen Teile zusammengesetzt und oben durch einen gewölbten Boden abgeschlossen. Besondere Schwierigkeiten dürften hier bei der Herstellung kaum entstehen. Schon

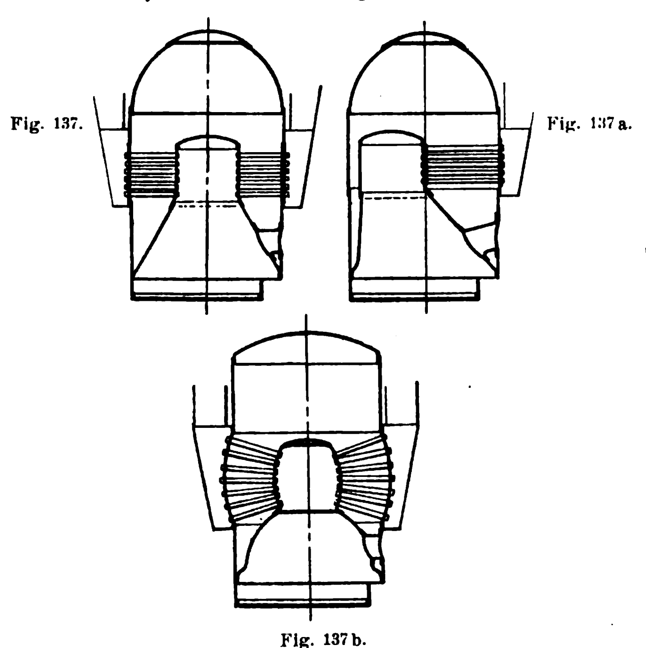


Fig. 137b.
Stehender Röhrenkessel mit horizontalen Röhren von Blake.

weniger zweckmässig ist die dritte Anordnung, bei welcher sich die Feuerbüchse aus kugelähnlichen Teilen zusammensetzt. Die Vorteile, welche die Kugelform gegenüber der Beanspruchung durch den Dampf aufweist, werden reichlich aufgewogen durch die schwierigere Herstellung und durch die Herabsetzung der Materialeigenschaften infolge der ungünstigsten Bearbeitungsweise.

dass die bei Lokomobilkesseln besonders wichtige direkte Heizfläche grösser ausfällt und dass verschieden starke Wärme-Ausdehnungen des Mantels einerseits und der Feuerröhren andererseits durch die Elastizität des Wellrohrs ausgeglichen werden, sodass die Befestigungsstellen der Siederöhren in den Rohrwänden weniger leicht leck werden.

Wie bedeutend die Temperaturunterschiede des Wassers beim Anheizen eines gewöhnlichen Lokomobilkessels ausfallen können, hat *C. Bach* durch seine Versuche[1]) nachgewiesen; 135 Minuten nach dem Beginn des Anheizens betrug der durchschnittliche Temperaturunterschied des Wassers oben und unten noch 141°. Dass hiernach in den Wandungen bedeutende Längen- und Spannungsunterschiede auftreten müssen, ist ohne weiteres klar. Werden die Heizgase auch noch unter den Kesselmantel hinweg geführt, so liegen die Verhältnisse etwas günstiger, weil sich dann eine Wasserbewegung im Kessel ausbildet, die den Temperaturausgleich bewirkt.

Der *Lanz*sche Lokomobilkessel ist ebenfalls mit ausziehbarem Röhrenbündel ausgeführt. Um den Ausbau zu erleichtern, sind unten am Kesselmantel mittels kurzer Eckwinkel zwei Flacheisengleitschienen 60.20 mm hochkant angebracht, auf welche sich der untere Rand der hinteren Rohrwand abstützt.

Die vordere Stirnwand erhält zur Befestigung des Röhrensystems und der Feuerbüchse 68 Schrauben, die hintere Stirnwand 58 Schrauben von $1^1/_4$ Zoll Durchmesser.

Der Mantel des Kessels hat 1,89 m Durchmesser und 18,5 mm Blechstärke; er ist aus drei Schüssen gebildet, die in den Rundnähten zweireihig überlappt genietet sind. Die Längsnähte sind mit doppelten Laschen von 15 mm Dicke versehen. Die innere Lasche ist breiter und zweireihig genietet; die äussere Lasche nur einreihig genietet.

Das Wellrohr hat einen Durchmesser von 1,3 und 1,4 m, eine Länge von 2,3 m und eine Wanddicke von 14,5 mm. Von den 114 Siederöhren sind 90 glatt eingesetzt, 24 mit Gewinde verankert. Die Lichtweite ist 70 mm, die Aussenweite 76 mm. Die Rohrwände haben 25 mm Stärke; ebenso die beiden Stirnwände des Kessels. Letztere sind in der Höhe des Dampfraumes noch durch zwei kräftige Flacheisen-

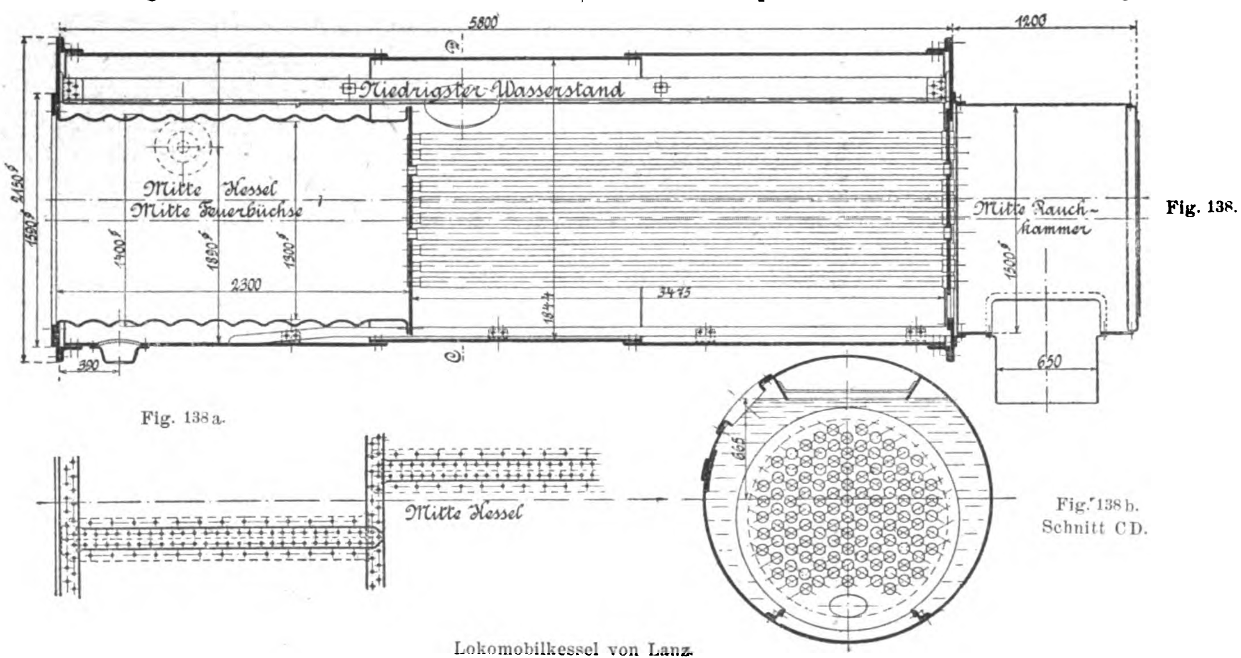


Fig. 138.

Fig. 138a.

Fig. 138b. Schnitt CD.

Lokomobilkessel von Lanz.

Im Anschluss an die im Heft 50 Bd. 317 besprochenen Lokomobilkonstruktionen mögen hier noch zwei Ausführungen von Lokomobilkesseln nachträglich wiedergegeben werden.

Die erste in den Fig. 138 bis 138b dargestellte Konstruktion betrifft einen Lokomobilkessel der Firma *Heinrich Lanz* in Mannheim.

Der Kessel hat 104,6 qm Heizfläche, arbeitet mit 10 Atm. Ueberdruck und ist für eine 170pferdige Verbund-Dampfmaschine bestimmt. Die Feuerbüchse wird durch ein Wellrohr gebildet. Die Verwendung eines Wellrohres hat hier gegenüber den glatten zylindrischen Feuerbüchsen den Vorteil,

anker von 180 . 18 mm Querschnitt versteift. Die Anker sind durch Eckwinkel an den Stirnwänden befestigt und in der Mitte zweimal durch Flacheisen von 80 . 12 mm Querschnitt gegenseitig versteift.

Die Rauchkammer ist aus 6 mm Blech zusammengenietet, mit einer Reinigungsöffnung von 1,25 m Durchmesser und entsprechender Thür versehen; die Heizgase werden nach unten in den gemauerten Kanal geführt.

[1]) Zeitschrift d. V. d. Ing. 1901 S. 22 u. f.

Die zweite Ausführung betrifft einen Lokomobilkessel mit Ueberhitzer (Fig. 139 und 139a) von *R. Wolf*-Magdeburg-Buckau. Diese Firma hat sich um die Einführung der Dampfüberhitzung beim Lokomobilbetrieb grosse Verdienste erworben.

Der grosse Fortschritt, der durch die Einführung der Dampfüberhitzung im Lokomobilbetriebe durch *R. Wolf* erzielt wurde, wird am besten durch die Versuchsergebnisse gekennzeichnet, die Prof. *L. Lewicki*-Dresden an einer *R. Wolf*schen Heissdampflokomobile erzielte.

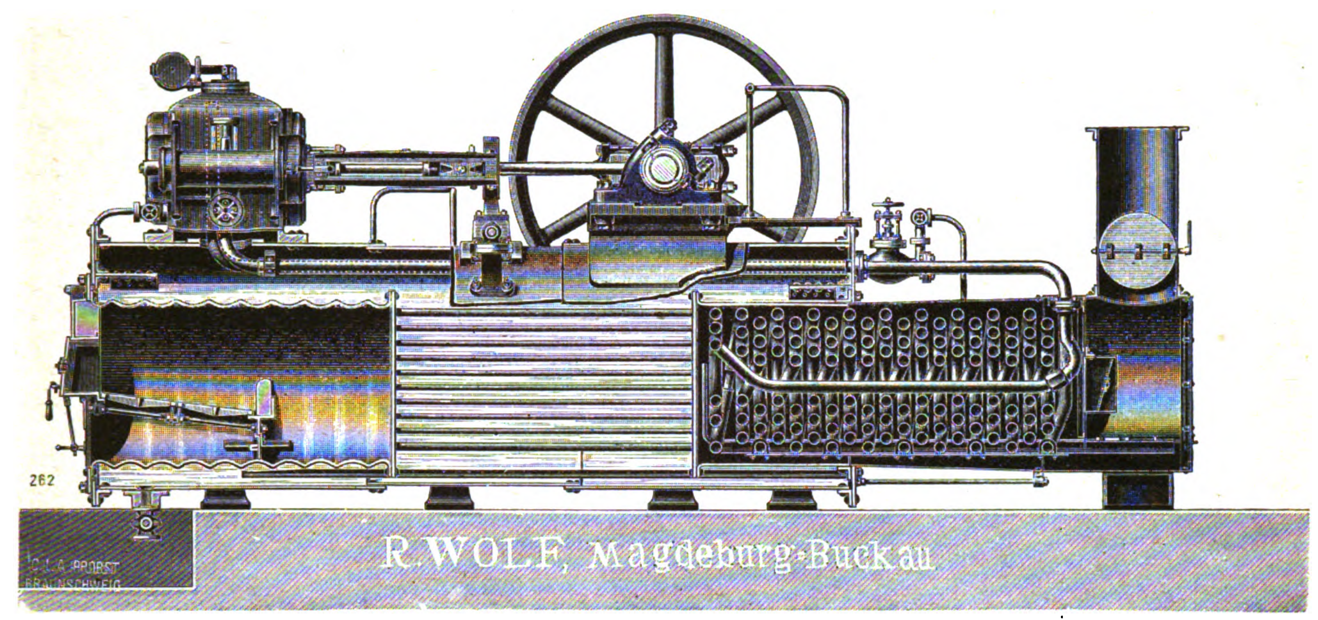


Fig. 139.

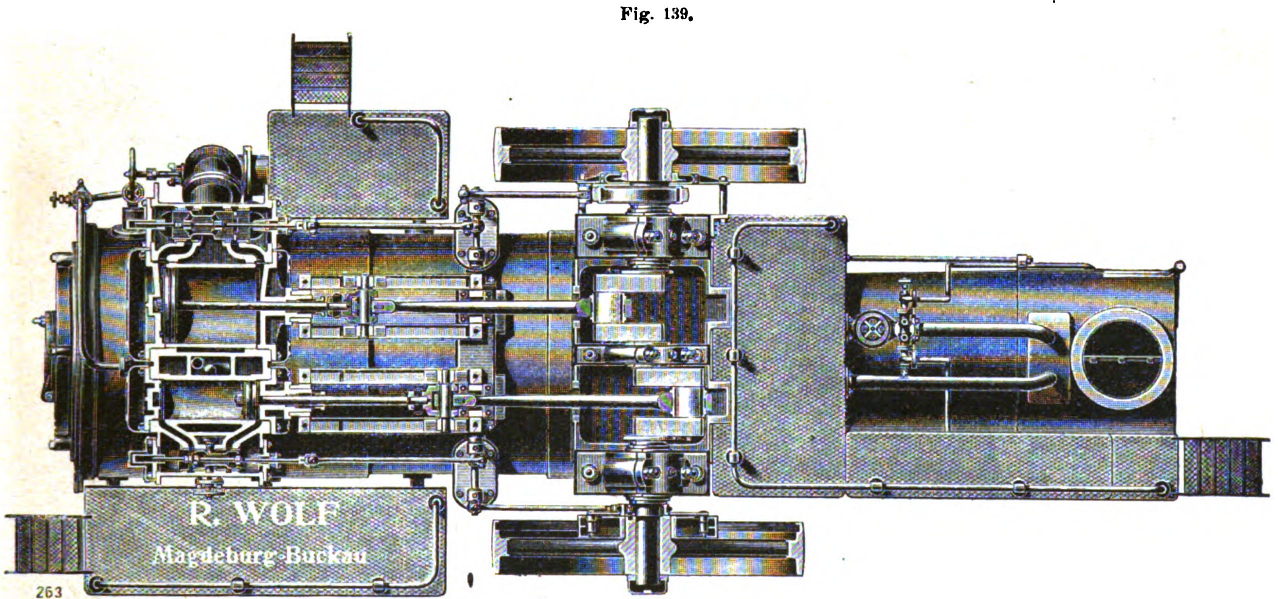


Fig. 139a.
Heissdampflokomobile von R. Wolf, Magdeburg-Buckau.

Der aus Spiralröhren gebildete Ueberhitzer wird von den Heizgasen nach dem Verlassen der Heizröhren bestrichen. Der gesättigte Dampf wird dem Dampfdome entnommen und strömt durch ein im ersten Teile im Dampfraum gelagertes Rohr nach dem Ueberhitzer und durch ein ähnlich angeordnetes Rohr zum Schieberkasten des Hochdruckzylinders.

Die Feuerbüchse des Kessels ist auch hier aus einem Wellrohr hergestellt.

Der gesättigte Dampf von 190,57 ° C. wurde auf 329,6 ° C. überhitzt, wobei die Temperatur der Fuchsgase 215 ° C. betrug. Die gebremste Leistung betrug 108,55 PS, die indizierte Leistung 118,47 PS, sodass sich ein mechanischer Wirkungsgrad von 91,6 $^0/_0$ ergab. Der Kohlenverbrauch für eine gebremste PS-Std. betrug hierbei nur 0,618 kg; der Dampfverbrauch nur 5,293 kg, was als ein ausserordentlich günstiges Ergebnis bezeichnet werden muss.

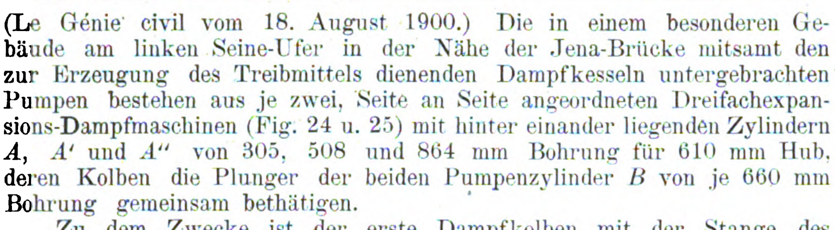
(Fortsetzung folgt.)

Neuere Pumpen.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung v. Seite 784, Bd. 317.)

Zur Lieferung des Kondensationswassers für die auf dem Marsfelde in Betrieb befindlichen Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung 1900 — normal etwa 3600 cbm in der Stunde — sowie zur Speisung vor dem Wasserschloss der Ausstellung angelegter Bassins dienten vier liegende Zwillingspumpen mit Ausgleichwerk der französischen Filiale der *Worthington-Pumpengesellschaft,* die zusammen 7200 cbm Wasser in der Stunde auf etwa 20,50 m Höhe förderten.



(Le Génie civil vom 18. August 1900.) Die in einem besonderen Gebäude am linken Seine-Ufer in der Nähe der Jena-Brücke mitsamt den zur Erzeugung des Treibmittels dienenden Dampfkesseln untergebrachten Pumpen bestehen aus je zwei, Seite an Seite angeordneten Dreifachexpansions-Dampfmaschinen (Fig. 24 u. 25) mit hinter einander liegenden Zylindern *A*, *A'* und *A''* von 305, 508 und 864 mm Bohrung für 610 mm Hub, deren Kolben die Plunger der beiden Pumpenzylinder *B* von je 660 mm Bohrung gemeinsam bethätigen.

Zu dem Zwecke ist der erste Dampfkolben mit der Stange des Plungerkolbens, der dritte mittels zweier seitlicher Stangen mit dem Kreuzkopf und der zweite mit dem dritten Dampfkolben durch eine zentrale Stange verbunden. Diese Einrichtung gestattet das Herausnehmen eines jeden Kolbens für sich bei Entfernung nur eines einzigen Zylinders, was unmöglich ist, wenn die drei Kolben auf einer gemeinsamen zentralen Stange befestigt werden.

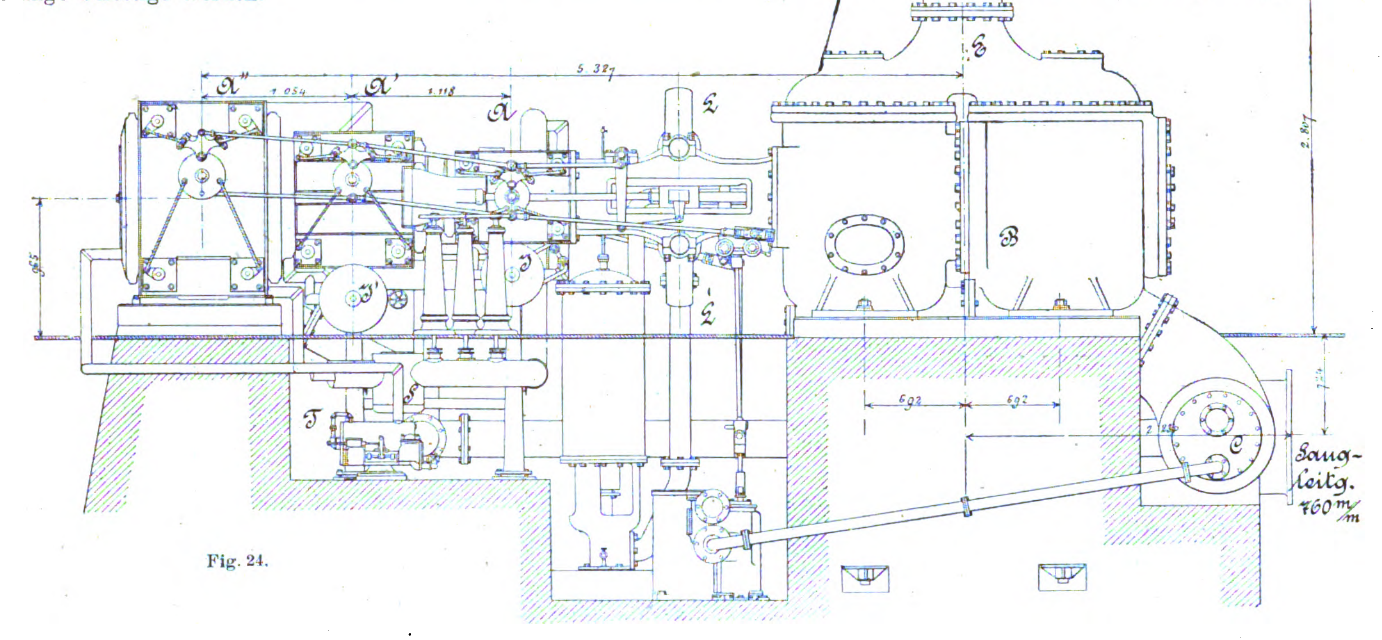


Fig. 24.

Die in Bohrungen an den Enden der Zylinder liegenden Einlassschieber von zylindrischer Gestalt erhalten ihre Schwingbewegung je mittels eines an der sogenannten Corlissscheibe des betreffenden Dampfzylinders angreifenden Kulissenhebels, der selbst wieder mittels Lenkstange von dem Kreuzkopf der zugehörigen Maschinenseite aus, die Schwingscheibe dagegen von der Kolbenstange der anderen Maschinenseite aus bethätigt wird. In den besonders aufgezogenen ringförmigen Mänteln der Einlassschieber sind die Dampfkanäle genau eingefraist.

Die zwecks leichten Ingangbringens zum grössten Teil entlasteten Auslassschieber werden von den Schwingscheiben der Dampfzylinder aus mittels zwischengeschalteter Hebel und Stangen direkt angetrieben. Füllungsänderungen der Dampfzylinder — zwischen 15 bis 95 Prozent des Kolbenhubes — lassen sich mittels der vorgenannten Kulissenhebel selbst während des Ganges der Maschine vornehmen. Der Frischdampf durchströmt vor seinem Eintritt in die Zylinder einen Wasserabscheider *S*; nach erfolgter Arbeitsverrichtung im Hochdruckzylinder *A* tritt er in einen von frischem Kesseldampf umspülten Ueberhitzer *J*, hierauf in den Mitteldruckzylinder *A'* und nach Ausnutzung in diesem in einen dem ersteren gleichen Ueberhitzer *J'*, sodann in den Niederdruckzylinder *A''*.

Die Dampfzylinder sind von Heizmänteln umgeben und das in diesen wie auch in den Ueberhitzern und dem Abscheider angesammelte Kondenswasser wird mittels einer kleinen selbstthätigen Pumpe *T* in die nach den Kesseln führende Speiseleitung gedrückt.

Das Dampfausströmrohr jeder Maschine führt nach einem hinter

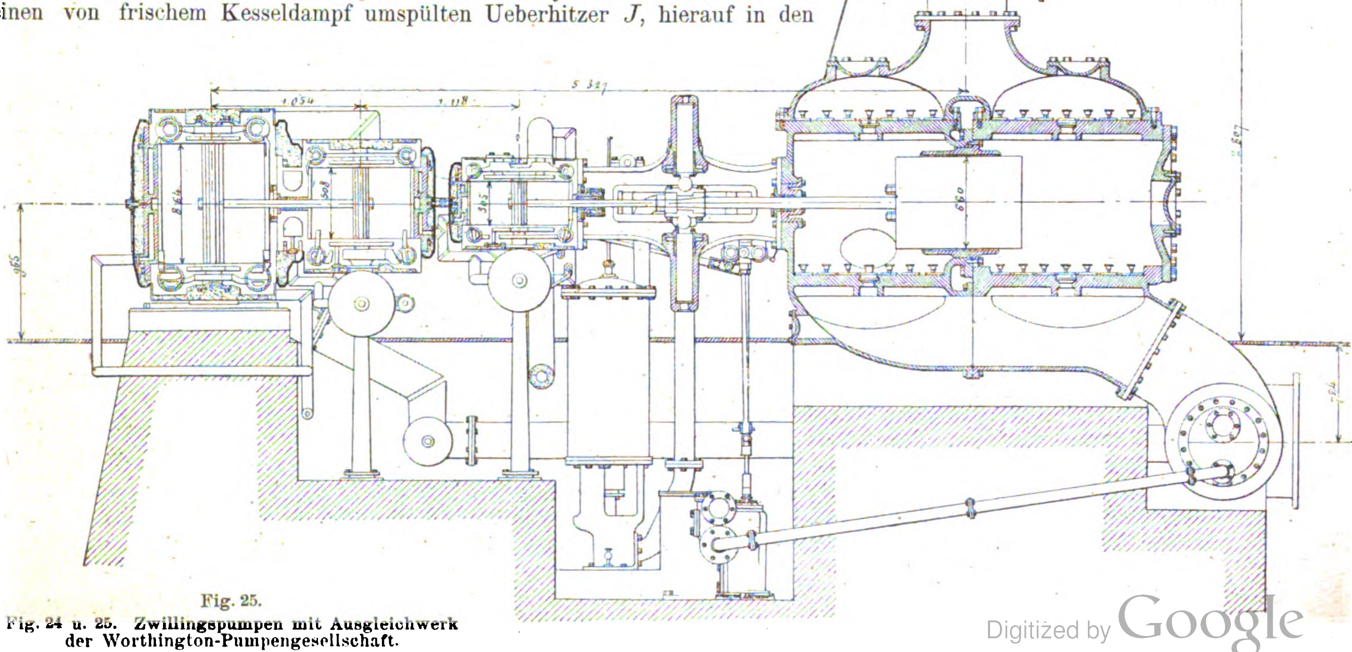


Fig. 25.

Fig. 24 u. 25. Zwillingspumpen mit Ausgleichwerk der Worthington-Pumpengesellschaft.

dem Pumpengehäuse angeordneten, in die Saugleitung eingeschalteten Kondensator C.

Die zu jeder Pumpe gehörigen beiden Ausgleichzylinder LL sind auf dem die erstere mit den Dampfzylindern verbindenden Zwischenstück derart befestigt, dass sie der Bewegung des Kreuzkopfes entsprechende Schwingungen ausführen können. Die mit Wasser angefüllten Zylinder stehen durch hohle Zapfen und Rohre mit der Hauptleitung der Pumpe in Verbindung. Ihre Plungerkolben legen sich mit den äusseren kugelförmigen Enden gegen entsprechend ausgebildete Platten des Kreuzkopfes, womit eine Verzögerung der Hauptkolbenstange während der ersten und eine Beschleunigung derselben während der zweiten Hälfte ihres Hubes erreicht wird. Die Ausgleichzylinder nehmen einen Teil der bei der Einströmperiode des Dampfes entwickelten Energie auf, um denselben während der Expansionsperiode wieder abzugeben; sie bilden gewissermassen hydraulische Federn, und verrichten den Dienst eines Schwungrades mit dem Unterschiede, dass sie anstatt des hier in betracht kommenden Trägheitsvermögens einer bewegten Masse, die Spannung der in dem Windkessel eingeschlossenen Luft nutzbar machen.

Was die Pumpenkörper anbelangt, so liegen deren Saugkammern unter den mit ihnen aus einem Stück gegossenen Zylindern. Die beiden Saugkammern jeder Pumpe sind durch ein horizontales Rohr C, welches, wie schon bemerkt, gleichzeitig den Kondensator bildet, miteinander verbunden; dieses Rohr steht durch eine einzige Oeffnung mit der Saugleitung von 760 mm lichtem Durchmesser in Verbindung.

Die Druckkammern E sind auf dem oberen Teil der Wasserzylinder mittels Schraubenbolzen befestigt und unter sich durch ein Querrohr D verbunden, welches durch eine einzige Oeffnung mit der Druckleitung von 610 mm lichtem Durchmesser kommuniziert. Ueber dem Rohr D liegt der Druckwindkessel F, ähnlich demjenigen einer jeden gewöhnlichen Pumpe.

Die Wasserzylinder B sind mittels Zwischenwandungen, durch welche die Plunger treten, in je 2 Hälften geteilt. Zur Steuerung dienen federbelastete Kautschukventile von je 120 mm Durchmesser.

Der tägliche Bedarf des aus der Seine entnommenen Wassers beträgt etwa 45 000 cbm. Da eine einzige Pumpe 500 l in der Sekunde liefert, ergiebt sich die theoretische Leistung derselben unter Vernachlässigung der Reibungsverluste in den Saug- und Druckrohren bei 20,5 m Höhenunterschied zwischen den beiden Wasserspiegeln zu

$$\frac{500 \cdot 20{,}50}{75} = 136{,}6 \text{ PS}$$

und für zwei Pumpen zu 273,2 PS.

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Verluste würde die erforderliche Leistung etwa 300 PS betragen.

Nach den an gleichartigen Maschinen angestellten Versuchen lässt sich deren Gesamtwirkungsgrad zu 0,882 — hiervon 0,90 für die Dampfmaschine und 0,98 für die Pumpe — annehmen, woraus eine effektive Leistung von $\frac{300}{0{,}882} = 340$ PS resultiert.

Mit dem gewählten Durchmesser des Plungerkolbens von 0,660 m und 0,610 m Hub ergiebt sich die Kolbengeschwindigkeit bei der Förderung von 500 $^{l}/_{Sek.}$, wenn noch der Lieferungsgrad der Pumpe zu 0,98 gesetzt wird, zu

$$\frac{0{,}500 \cdot 60}{\frac{0{,}660^2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 0{,}98}{4}} = 44{,}80 \text{ m in der Minute, ent-}$$

sprechend einer Anzahl Doppelhübe der Pumpe von

$$\frac{44{,}80}{0{,}610 \cdot 2} = 36{,}7 \text{ in der Minute.}$$

Diese Geschwindigkeit lässt sich nach Belieben erheblich erhöhen oder vermindern, wobei zufolge des als Schwungrad dienenden Ausgleichwerkes der Füllungsgrad der Dampfmaschine stets derselbe bleibt.

Der Dampfverbrauch der Maschine soll ausschliesslich des Heizdampfes für die Zylindermäntel etwa 7 kg für 1 $^{PS}/_{Std.}$ — gemessen in gehobenem Wasser — betragen.

In dem neben dem Maschinenraum gelegenen Kesselhaus waren 4 Dampfkessel, Type *Babcock* und *Wilcox*, aufgestellt, die stündlich 5000 kg Dampf von 11 Atm. Spannung liefern. Die nachfolgenden Beschreibungen einiger anderer bemerkenswerter Pumpen der Pariser Weltausstellung 1900 sind der 6. Lieferung des Werkes *„La Mécanique à l'Exposition de 1900"* entnommen.

Zunächst verdient eine von *Audemar-Guyon* erfundene, mit 4 Ventilkolben arbeitende Pumpe Erwähnung. Dieselbe besteht, wie Fig. 26 und 27 erkennen lassen, aus einem mit zwei Bohrungen für die Pumpenkolben versehenen Gehäuse, welches einerseits mit dem Saugrohr, andererseits mit dem Druckrohr in Verbindung steht. Die gewölbten Deckel des Gehäuses gestatten den Durchgang der Flüssigkeit von einem Pumpenzylinder nach dem anderen.

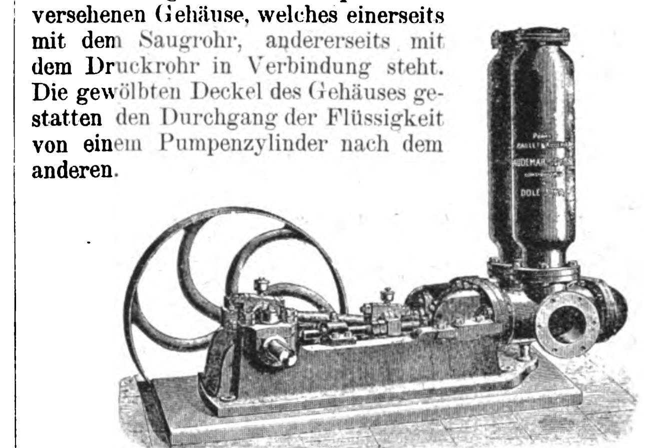


Fig. 26.

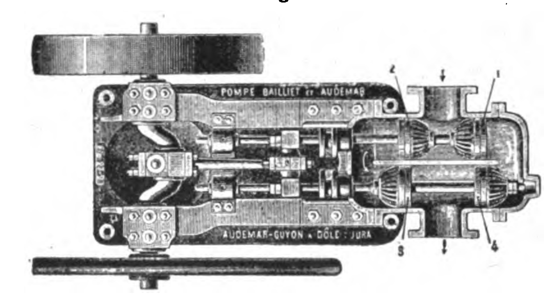


Fig. 27.
Pumpe von Audemar-Guyon.

Die gleichzeitig zur Steuerung dienenden und zu dem Zwecke mit rostartig durchbrochenen Ventilen ausgerüsteten Kolben sind zu je zwei auf gemeinsamer Stange befestigt. Beide, mit ihren rückwärtigen Verlängerungen in Lagern des Pumpenrahmens geführte Stangen sind an einen Kreuzkopf angeschlossen, der durch die Lenkstange einer mittels Riemen betriebenen Kurbelwelle bewegt wird.

Die Ventile des einen Pumpenzylinders (Saugseite) öffnen sich nach aussen, diejenigen des anderen Pumpenzylinders (Druckseite) nach innen.

Bewegen die Pumpenkolben sich, in der Fig. 27 ersichtlichen Stellung, nach links, so wird das vor dem geschlossenen Ventil 2 stehende Wasser durch das geöffnete Ventil 3 in das Druckrohr gefördert, gleichzeitig durch das geöffnete Ventil 1 Wasser in die Höhlung des hinteren Gehäusedeckels eingesaugt. Bei der entgegengesetzten Kolbenbewegung finden ähnliche Vorgänge statt. Das Wasser bleibt auf dem Wege vom Saugraum nach dem Druckraum in stetiger Bewegung. Da ferner jede Pumpe mit einem stehenden Windkessel ausgerüstet ist, so findet ein regelmässiger Wasserauswurf statt.

Es waren zwei derartige Pumpen verschiedener Grösse mit nachstehend gegebenen Hauptabmessungen ausgestellt.

	Grosse Pumpe	Kleine Pumpe
Durchmesser der Kolben .	300 mm	105 mm
Hub	200 „	40 „
Durchmesser der Saug- und Druckrohre	255 „	60 „
Minutliche Umdrehungszahl	55	135
Stündliche Fördermenge .	170 cbm	10 cbm
Abmessungen	2,40×1,06 m	0,70×0,27 m
Gewicht	2400 kg	135 kg

Die mittlere Förderhöhe ist ungefähr 25 m.

Die aus Fig. 28 ersichtliche Verbundpumpe von *Audemar-Guyon* ist gekennzeichnet durch die Verwendung zweier Kolben, deren einer die doppelte Fläche des anderen besitzt, sowie durch die Anordnung von nur zwei an Stelle der bei der vorbeschriebenen doppeltwirkenden Pumpe vorhandenen 4 Ventile.

Die von gusseisernen Liderungsringen umgebenen Kolben D_1 und D bilden ein einziges, mittels Lenkstange einer Kurbelwelle bewegtes Gussstück. Das am hinteren Ende des grossen Zylinders anschliessende Ventilgehäuse

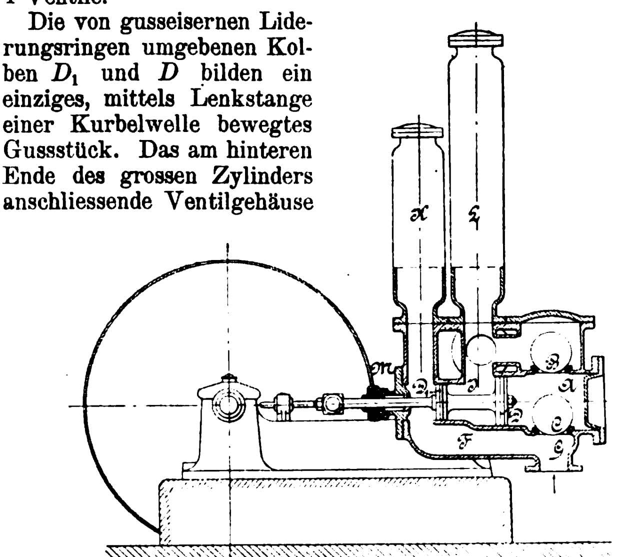


Fig. 28.
Verbundpumpe von Audemar-Guyon.

A erhält zwei Kugelventile B und C, die mit den Windkesseln L bezw. K in Verbindung stehen.

Bewegen sich die Kolben von rechts nach links, so öffnet infolge Saugwirkung des grossen Kolbens sich das Ventil C; infolgedessen kann Wasser aus F und G in den Pumpenkörper eintreten, wobei die Bewegung durch den kleinen Kolben, der das Wasser aus F nach A drückt, unterstützt wird. Während des folgenden Kolbenhubes saugt der kleine Kolben D_1 einerseits Wasser durch G in das Rohr F andererseits drückt er mitsamt dem Kolben D das in J und A stehende Wasser — letzteres nach Anheben des Ventiles B — in den Druckwindkessel L. Zur Abdichtung der Kolbenstange nach aussen dient die Stopfbüchse M.

Die beiden ausgestellten Pumpen hatten nachstehende Hauptabmessungen:

Durchmesser des grossen Kolbens .	104 mm	340 mm
„ „ kleinen „ .	73 „	240 „
Hub	40 „	210 „
Durchmesser der Saug- u. Druckrohre	50 „	170 „
Minutliche Umdrehungszahl . . .	150	65
Stündliche Fördermenge	2,5 cbm	66 cbm

Fig. 29 zeigt noch eine andere Ausführungsform der nach Angaben von *Audemar-Guyon* gebauten Pumpen:

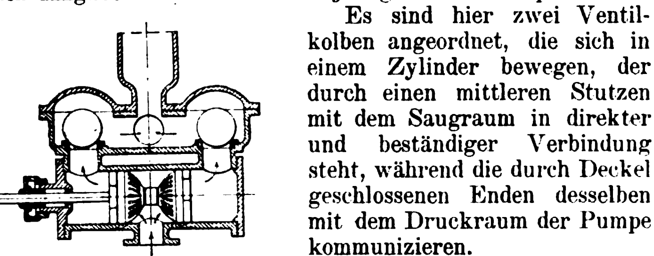


Fig. 29.
Pumpe von Audemar-Guyon.

Es sind hier zwei Ventilkolben angeordnet, die sich in einem Zylinder bewegen, der durch einen mittleren Stutzen mit dem Saugraum in direkter und beständiger Verbindung steht, während die durch Deckel geschlossenen Enden desselben mit dem Druckraum der Pumpe kommunizieren.

Die Pumpe arbeitet in gleicher Weise, wie diejenige mit vier Kolben; sie unterscheidet sich von dieser dadurch, dass zwei Kolben durch zwei Ventile ersetzt worden sind.

Zwei derartige in Paris ausgestellte Pumpen hatten nachstehende Hauptabmessungen:

Druckhöhe	20 m	40 m
Druckmesser der Kolben	160 mm	365 mm
Hub	40 „	175 „
Durchmesser der Saug- und Druckrohre	90 „	220 „
Minutliche Umdrehungszahl . . .	150 „	65 „
Schwungraddurchmesser	700 „	2100 „
Kranzbreite	70 „	350 „

Die von *J. Decoudun* in Paris vorgeführten Pumpen (Fig. 30 bis 32) arbeiten unter Wegfall besonderer Ventile und zugehöriger Gehäuse mit je zwei Kolben mit Klappenventilen, die sich in Zylindern an den äussersten Enden des Pumpengestelles bewegen. Die Kolben werden in bekannter Weise von einer Kurbelschleife mitgenommen, in deren durchbrochenem Teil der Zapfen etc. einer mittels Riemen bewegten Kurbelscheibe gleitet.

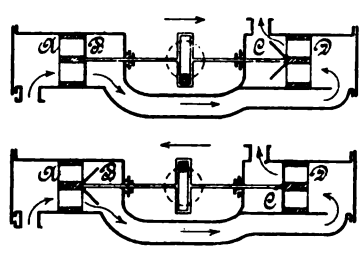


Fig. 30.
Fig. 31.
Pumpe von Decoudun.

Beide Pumpenzylinder stehen durch einen unteren Kanal miteinander in Verbindung; der eine Zylinder kommuniziert ferner mit dem Saugrohr, während der andere den Windkessel trägt, von dem das Druckrohr abzweigt.

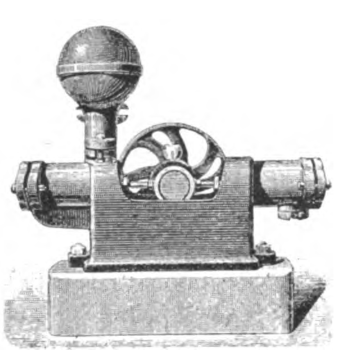


Fig. 32.
Pumpe von Decoudun.

Bei der Bewegung der Kolben von links nach rechts saugt der Kolben A, bei geschlossenen Klappen B und drückt gleichzeitig das vor ihm stehende Wasser durch die geöffneten Klappen C des Kolbens D in den Windkessel. Bei der entgegengesetzten Bewegung drückt der Kolben D auf das vor ihm stehende Wasser und saugt solches durch die geöffneten Klappen B des Kolbens A an.

Es findet auch hier eine ununterbrochene Bewegung des Flüssigkeitsstromes statt.

Die Hauptabmessungen der beiden ausgestellt gewesenen Pumpen sind folgende:

Durchmesser der Kolben	85 mm	140 mm
Hub	80 „	100 „
Durchmesser der Saug- u. Druckrohre	40 „	80 „
Durchmesser der Antriebscheibe . .	300 „	600 „
Kranzbreite	70 „	110 „
Minutliche Umdrehungszahl . . .	125 „	110 „
Stündliche Fördermenge	4,5 cbm	14,5 cbm

J. Belleville in St. Denis hatte in Paris mehrere liegende und stehende Kesselspeisepumpen verbesserter Bauart ausgestellt.

Die in Fig. 33 und 34 ersichtliche liegende Pumpe besteht aus einem gusseisernen Dampfzylinder, in dem sich der von zwei Dichtungsringen umgebene, aus Gussstahl gefertigte Kolben bewegt, dessen Stange mit derjenigen des aus Bronze hergestellten Pumpenkolbens durch die in dem gussstählernen Gestell b geführte Hülse a direkt gekuppelt ist.

Der mit den Ventilgehäusen zusammengegossene Pumpenkörper c ist ebenfalls aus Bronze gefertigt; erstere tragen je ein kurzes Rohrstück, gegen dessen äussere Mündungen sich für gewöhnlich dieser Pumpenkonstruktion eigentümliche Ventilhebel i (leviers-clapets) legen. Behufs Umsteuerung des in einer Bronzebüchse des Schieberkastens gleitenden, von Dichtungsringen umgebenen Kolbenschiebers trifft ein Anschlag der Hülse a abwechselnd mit dem einen oder anderen gekrümmten Arm des gabelförmig gestalteten Schwinghebels d zusammen, wodurch mittels angreifender Lenkstange der Schieber entsprechend bewegt wird. Die Pumpen dienen hauptsächlich dazu, den Wasserspiegel in den von der Firma erbauten Kesseln mit schneller Dampferzeugung auf konstanter Höhe zu halten. Hat der Wasserstand im Kessel den normalen Stand erreicht, so wird durch einen Schwimmer die Druckleitung der Pumpe abgeschlossen; dieselbe öffnet sich erst wieder, nachdem ein Sinken des Wasserspiegels eingetreten ist. Hierbei bleibt die Pumpe aber in Thätigkeit. Allerdings würden die infolge Absperrung der Druckleitung erheblich anwachsenden Wider-

stände einen Stillstand der Pumpe am Ende des Kolbenhubes in dem Augenblick, wo der Schieber aus der einen in die andere Stellung übergeht, herbeiführen; dies wird aber durch die genannten Ventilhebel i wie folgt verhindert. Kurz vor

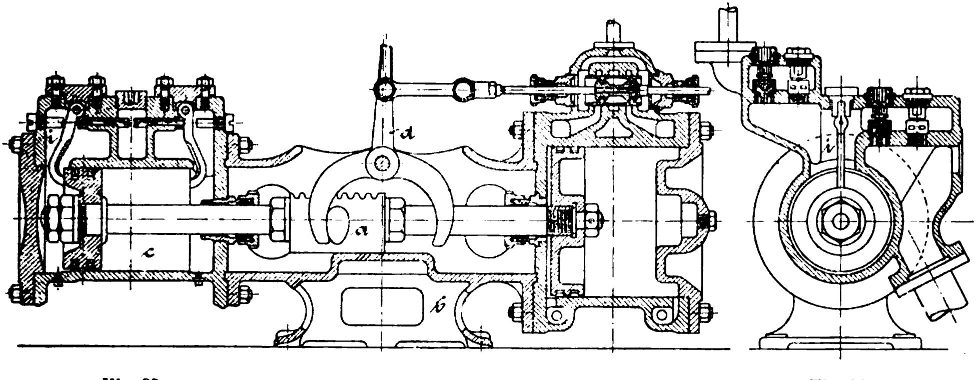


Fig. 33. Fig. 34.
Kesselspeisepumpe von Belleville.

Beendigung jedes Hubes trifft der Pumpenkolben mit einem dieser Hebel zusammen und indem er ihn anhebt, wird der die Oeffnung des betreffenden, den Saugraum mit dem Druckraum der Pumpe verbindenden Rohres freigelegt. Die der Bewegung der Pumpe entgegenwirkenden Widerstände werden damit vermindert und zufolge der wieder anwachsenden Geschwindigkeit können die Kolben ihre Totpunktlagen überschreiten. Ihre Geschwindigkeit nimmt dann so lange ab, bis kurz vor Beendigung des Hubes sich der Vorgang wiederholt. Die Ventilhebel fallen durch Eigengewichtswirkung in ihre ursprünglichen Stellungen zurück. Insbesondere für Schiffskessel wird die beschriebene Pumpe stehend ausgeführt. Sie hat so dieselben charakteristischen Einzelteile, die nur in der Ausführung von denjenigen der liegenden Pumpe abweichen. Der Kuppelungsmuff der beiden Kolbenstangen trägt einen Ansatz, in dem eine Stange gleitet, die an den Enden mit Leder armierte Stahlscheiben trägt und mit dem Verteilungshebel des Dampfzylinders gelenkig verbunden ist. Beim Zusammentreffen der Kuppelungsmuffe mit den Stahlscheiben erfolgt die Umkehrbewegung des Kolbenschiebers.

Die Ventilhebel sind ebenfalls bei der stehenden Type dieser Pumpengattung in Anwendung gekommen. Der im oberen Teile des Pumpenkörpers liegende Ventilhebel kann ohne weiteres — infolge Eigengewichtswirkung — auf seinen Sitz zurückfallen, während das Lüften des anderen Hebels durch einen kleinen Stosshebel im unteren Teile des Pumpenkörpers und angreifende Stange auf indirektem Wege ermöglicht wird. Einige Hauptabmessungen zweier derartiger Pumpen sind nachstehend gegeben:

	1.	2.
Durchmesser des Dampfzylinders	322 mm	232 mm
„ „ Pumpenzylinders	220 „	152 „
Hub	400 „	300 „
Stündliche Fördermenge	42 cbm	18 cbm
Anzahl der Ventile in jedem Gehäuse	7	4

Die direktwirkenden stehenden Dampfpumpen von *J. Weir* sind wegen der eigenartigen Gestalt und Wirkungsweise ihres Dampfverteilungsorgans bemerkenswert. Der den oberen Teil der Maschine bildende Dampfzylinder ist durch kräftige eiserne Säulen mit dem darunter liegenden Pumpenkörper verbunden.

Der Schieberkasten d, Fig. 35 bis 37, ist an dem unteren Teil des Dampfzylinders angeschraubt oder aber mit diesem aus einem Stück gegossen. Der Hauptschieber f hat äusserlich die Gestalt eines Würfels und führt zur Achse des Motor- und Pumpenkolbens senkrecht gerichtete Bewegungen aus. Die der Zylindergleitfläche entgegengesetzte Schieberfläche ist mit mehreren Oeffnungen versehen, die durch den Hilfsschieber m abwechselnd geschlossen und geöffnet werden. Seine Bewegung erfolgt durch die Stange m_2, die an einen von der gemeinsamen Kolbenstange bewegten Hebel angeschlossen ist. Die mit zentraler Bohrung versehene gusseiserne Zwischenwand f_2 trennt die zylindrische Höhlung des Hauptschiebers f in zwei gleiche Teile. In jedem derselben liegt ein Kolben g oder g_1, dessen äussere vorspringende Flächen sich gegen Scheiben g_3 legen, die mittels Schrauben, die durch die Schieberkastenwandungen treten, in ihrer Lage gehalten werden. Es ist leicht einzusehen, dass der Hauptschieber f auf diesem Kolben gleitet, sobald durch Stellungsänderung des Schiebers m die Oeffnung k oder l für den Eintritt des Dampfes in die eine der beiden Schieberhöhlungen frei gelegt wird, worauf die andere Oeffnung den wirksam gewesenen Dampf durch die mit den Auspuffkanälen c_1, c, p in Verbindung stehenden Leitungen c_2 oder c_3 in die Höhlung m_1 des Hilfsschiebers treten lässt.

Die Dampfeinströmung in den Zylinder erfolgt durch Kanäle a und b, sobald diejenigen i oder h unmittelbar darüber liegen und der Schieber m die auf der entgegengesetzten Fläche von f liegenden Kanäle h_2 oder i_2 frei gelegt hat. Fig. 37 zeigt die gegenseitige Lage der Einströmöffnungen und die eigenartige Gestalt des Hilfsschiebers M. Man erkennt den Unterschied in den Querschnitten der Einströmkanäle H_2 und J_2, ferner die zur Bewegung des

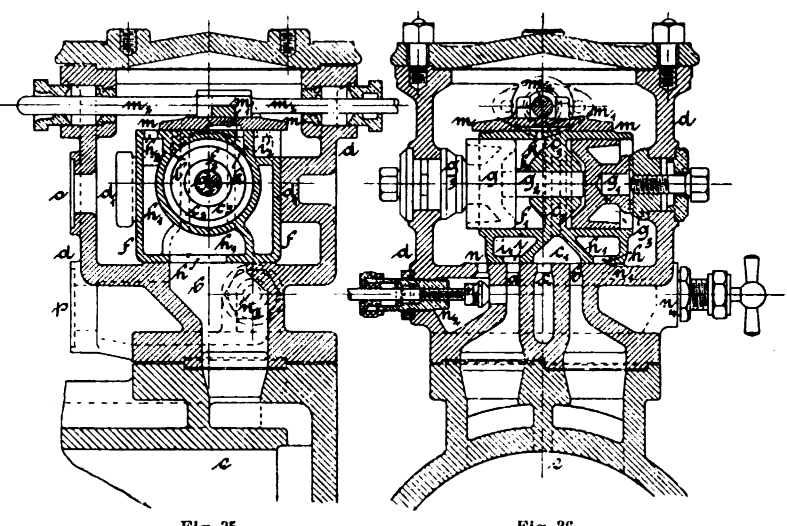


Fig. 35. Fig. 36.
Schieberkasten zur Pumpe von Weir.

Hauptschiebers dienenden Oeffnungen K und L.

Es ist hier einzuschalten, dass die in Fig. 35 und 36 ersichtlichen Schieberstellungen nicht derselben Kolbenstellung entsprechen. Während Fig. 35 die Einströmung in den unteren Teil des Zylinders durch h_1, h, b zeigt, lässt Fig. 36 die Ausströmung des Dampfes aus diesem Zylinderteil durch b, c_1 c, p erkennen.

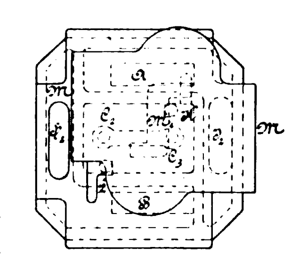


Fig. 37.
Detail der Pumpe von Weir.

Die Abbildung Fig. 37 entspricht der in Fig. 35 gezeichneten Schieberstellung.

Bevor der Arbeitskolben das obere Ende seines Hubes erreicht, muss die Schieberstange m_2 sich so bewegt haben, dass der Schieber k die Oeffnungen h_2 und l schliesst, k dagegen öffnet, solange noch l durch die Höhlung m_1 und den Kanal c_2 mit der Ausströmung in Verbindung steht. Der durch k tretende Dampf erteilt dem Schieber eine zur Zylinderachse senkrecht gerichtete Bewegung; infolgedessen

wird die Dampfeinströmung durch b in den unteren Teil des Zylinders geschlossen und mit dem Auspuff in Verbindung gebracht, wärend dieser Dampf in den oberen Teil des Zylinders durch a einströmen kann. Dies geschieht aber erst, nachdem der Kolben seinen Hub vollständig zurückgelegt hat. Die entgegengesetzte Kolbenbewegung erfolgt in gleicher Weise.

Da die Einströmung unmittelbar am Hubende des Kolbens erfolgt, sind die Totpunktlagen desselben ungefährlich.

Um die Hublänge genau einstellen zu können, lässt sich eine Hilfseinströmung des Dampfes durch Oeffnungen n bewirken, sobald der Schieber m die oberen Kanäle des Hauptschiebers abgeschlossen hat. Die so zugeführte Dampfmenge ist je nach Stellung des Ventils n_3 regelbar.

Diese Zufuhr hört auf, sobald Dampf in die Höhlungen g einströmt; sie lässt sich im übrigen auch nur bei langsamen Gang der Pumpe vornehmen.

Die Pumpe bietet nichts bemerkenswertes; sie kann einfach- oder doppeltwirkend ausgeführt werden. Die in grösserer Anzahl vorhandenen Ventile sind aus Kanonenmetall gefertigt.

Motor- und Pumpenkolben haben federbelastete Dichtungsringe.

Die Hauptabmessungen zweier Pumpen, die in Paris ausgestellt waren, sind folgende:

	1	2
Durchmesser des Dampfzylinders .	203 mm	304 mm
Durchmesser der Pumpe	152 „	228 „
Hub	381 „	609 „
Förderung pro Doppelhub	13,5 l	48,15 l
Anzahl der Hübe in der Minute .	12	12

Ueber den Dampfverbrauch stellte *Jeckell*, Elektroingenieur der Stadt South Shields, an 4 derartigen Pumpen Versuche an. Es wurden mit 1 kg Dampf gefördert:

1.	31,3	l auf	12,25 m
2.	18,3	„ „	12,2 „
3.	17,77	„ „	11,5 „
4.	9,57	„ „	11,5 „

Der Dampfverbrauch ist hiernach sehr veränderlich. Aus diesem Grunde haben derartige direkt wirkende Pumpen bisher nur zur Speisung von Dampfkesseln eine grössere Verbreitung gefunden.

Die Ergebnisse von Versuchen, welche an den in Paris ausgestellten beiden Pumpen, deren Abmessungen oben gegeben, in den Werkstätten der Erbauerin angestellt wurden, sind nachstehend zu entnehmen.

Dampfspannung	7,8 kg/qcm	7,6 kg/qcm
Druckspannung	11,7 „	11,7 „
Anzahl der Doppelhübe in der Minute	15,9	6
Geförderte Wassermenge mit 1 kg Dampf . . . . : .	84,5 l	55,3 l
Lieferungsgrad	0,970	0,966

(Fortsetzung folgt.)

Wert und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase.

Von **A. Dosch**, Köln.

(Fortsetzung von Seite 814 Bd. 317.)

3. Aehnlich stellen sich die Verhältnisse, wenn in den Heizgasen fester Kohlenstoff in Form von Russ vorhanden ist; von anderen Beimengungen sei zunächst abgesehen.

Würde in 1 cbm Rauchgas $r =$ kg Russ festgestellt worden sein, so wäre bei der Verbrennung eines kg Brennstoffes durch Russ verloren gegangen ein Gewicht von

$$C_r = r \,.\, G_v'$$

wenn mit G_v' die jetzt entstandene Rauchgasmenge bezeichnet wird. Die Grössen von O_e, φ und G_v werden sich wiederum, wie unter 2., in O_e', φ' und G_v' verwandelt haben und es würde sein:

$$O_e' = 2{,}667\,(C - C_r) + 8H - O + S$$

oder

$$O_e' = O_e - 2{,}667 \,.\, C_r \quad . \; . \; . \quad (41)$$

Das Rauchgasvolumen würde, auf 0° Cels. und 760 mm Barometerstand reduziert gedacht, betragen

$$G_v' = \frac{3{,}677}{1{,}9774}(C - C_r) + \frac{O_e'\,(\varphi' - 1)}{1{,}4298} + \frac{\varphi'\,O_e' \,.\, 3{,}31}{1{,}2562}$$

und mit dem Werte von O_e' aus Gleichung (41)

$$G_v' = 1{,}854\,(C - C_r) + 0{,}699 \,.\, (O_e - 2{,}667\,C_r)\,(\varphi' - 1) + 2{,}634 \,.\, \varphi'\,(O_e - 2{,}667\,C_r)$$

$$G_v' = 1{,}854\,C + O_e\,(3{,}33 \,.\, \varphi' - 0{,}699) - C_r\,(8{,}88 \,.\, \varphi' - 0{,}011) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (42)$$

Ferner ist das Verhältnis des Kohlensäuregehaltes zu dem Rauchgasvolumen

$$K_v' = \frac{1{,}854\,(C - C_r)}{G_v'} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (43)$$

worin G_v' den Wert aus Gleichung (42) hat und worin noch unbekannt ist C_r und φ'

Es war nun

$$C_r = r \,.\, G_v'$$

Setzt man den Wert von G_v' aus Gleichung (42) ein und löst nach C_r auf, so ergiebt sich

$$C_r = \frac{r \,.\, [1{,}854\,C + O_e\,(3{,}33 \,.\, \varphi' - 0{,}699)]}{1 + r\,(8{,}88 \,.\, \varphi' - 0{,}011)} \quad . \; . \quad (44)$$

Der Klammerausdruck des Zählers stellt wiederum diejenige Rauchgasmenge dar, welche entstände, wenn der Brennstoff vollständig, jedoch mit dem Luftüberschuss φ' verbrennen würde.

In Gleichung (44) ist nur noch φ' unbekannt. Um diese Grösse zu ermitteln, setzt man den Wert von C_r aus Gleich. (44) in Gleich. (43) für K_r' ein. Nach φ' aufgelöst, erhält man, wie unter 2., eine Gleichung von der Form:

$$\varphi' \,.\, R + N = O$$

worin bedeutet:

$$R = 3{,}33 \,.\, O_e \,.\, K_v' + 1{,}854 \,.\, r\,(3{,}33 \,.\, O_e - 8{,}88\,C)$$

und

$$N = -1{,}854\,C + K_r'\,(1{,}854\,C - 0{,}699\,O_e) + 1{,}854\,r\,[C\,(1{,}854 + 0{,}011) - 0{,}699\,O_e]$$

Hieraus bestimmt sich dann das Verhältnis der zugeführten zu der theoretisch erforderlich gewesenen Luftmenge zu:

$$\varphi' = \frac{1{,}854\,C - K_v'\,(1{,}854\,C - 0{,}699\,O_e) - 1{,}854 \,.\, r\,(1{,}865 \,.\, C - 0{,}699\,O_e)}{3{,}33 \,.\, O_e \,.\, K_v' + 1{,}854 \,.\, r\,(3{,}33\,O_e - 8{,}88\,C)} \quad (45)$$

worin O_e den bekannten Wert für vollständige Verbrennung bedeutet.

Ist in den Abgasen kein Russ vorhanden, würde also $r = 0$, so geht die Gleich. (45) für φ' in diejenige für φ bei vollständiger Verbrennung über.

Der Wärmeverlust durch Russ allein beträgt, unter der Annahme, dass das festgestellte Russgewicht reiner Kohlenstoff sei,

$$Q_r' = r \,.\, G_v' \,.\, 8100 \quad . \; . \; . \quad (46)$$

Um Vergleichswerte zu erhalten, seien wieder zwei Beispiele gegeben:

Es werde, wie unter 2., eine Kohle wie unter II, Tabelle 4 verbrannt; demnach $C = 0{,}793$, $O_e = 2{,}43$. Es sei ermittelt: $K_v' = 10\,\%$, $T - t = 250^0$, sowie a) $r = 0{,}005$ kg; b) $r = 0{,}002$ kg per 1 cbm der Heizgase.

Setzt man zunächst einen Einfluss des Russgehaltes auf die entstehende Rauchgasmenge nicht voraus, so ist

$$\varphi = \frac{1{,}854 \,.\, 0{,}793 - 0{,}10 \,.\, (1{,}854 \,.\, 0{,}793 - 0{,}699 \,.\, 2{,}43)}{3{,}33 \,.\, 0{,}10 \,.\, 2{,}43}$$

$$\varphi = 1{,}84$$

Hiermit würde die entstehende Rauchgasmenge

$$G_v = 1{,}854 \,.\, 0{,}793 + 0{,}10 \,.\, (3{,}33 \,.\, 1{,}84 - 0{,}699)$$

$$G_v = 14{,}655 \text{ cbm}$$

ohne Berücksichtigung des entstehenden Wasserdampfes.

Hiermit würde der durch die Rauchgase an sich herbeigeführte Verlust

$$Q_v = [14{,}655 \,.\, 0{,}32 + 0{,}595\,(9 \,.\, 0{,}0513 + 0{,}0218)] \,.\, 250$$

$$Q_v = 1244 \; W - E$$

oder 16,5 % des Heizwertes.

Ferner würde sich der Verlust durch Russ nach Gleichung (46) ergeben zu

$$Q_r = 0{,}005 \,.\, 14{,}655 \,.\, 8100 = 594 \; W - E$$

oder 7,88 % des Heizwertes.

Unter Berücksichtigung, dass der Russgehalt einen Einfluss auf die entstehende Rauchgasmenge gewinnt, stellen sich die wirklichen Verhältnisse etwas anders. Es ist φ' nach Gleichung (45)

$$\varphi' = \frac{1{,}854 \,.\, 0{,}793 - 0{,}10 \,.\, (1{,}854 \,.\, 0{,}793 - 0{,}699 \,.\, 2{,}43) - 1{,}854 \,.\, 0{,}005\,(1{,}865 \,.\, 0{,}793 - 0{,}699 \,.\, 2{,}43)}{3{,}33 \,.\, 2{,}43 \,.\, 0{,}10 + 1{,}854 \,.\, 0{,}005 \,.\, (3{,}33 \,.\, 2{,}43 - 8{,}88 \,.\, 0{,}793)}$$

$$\varphi' = 1{,}82$$

Mit diesem Verhältnis ergiebt sich der durch den Russ verlorene Kohlenstoffgehalt pro 1 kg Brennstoff, zu

$$C_r = \frac{0{,}005 \,.\, [1{,}854 \,.\, 0{,}793 + 2{,}43 \,.\, (3{,}33 \,.\, 1{,}82 - 0{,}699)]}{1 + 0{,}005 \,.\, (8{,}88 \,.\, 1{,}82 - 0{,}011)}$$

$$C_r = 0{,}067 \text{ kg pro 1 kg Brennstoff,}$$

und der Kohlenstoffgehalt, welcher zur Bildung von Kohlensäure noch zur Verfügung war, betrug

$$C_K = 0{,}793 - 0{,}067 = 0{,}726 \text{ kg}$$

pro 1 kg Brennstoff.

Ferner bestimmt sich die entstandene Rauchgasmenge nach Gleichung (42)

$$G_v' = 1{,}854 \,.\, 0{,}793 + 2{,}43\,(3{,}33 \,.\, 1{,}82 - 0{,}699) - 0{,}067\,(8{,}88 \,.\, 1{,}82 - 0{,}011)$$

$$G_v' = 13{,}413 \text{ cbm}$$

Mit dieser Rauchgasmenge erhält man den durch die Rauchgase an sich herbeigeführten Verlust zu

$$Q_v' = [13{,}413 \,.\, 0{,}32 + 0{,}595\,(9 \,.\, 0{,}0513 + 0{,}0218)] \,.\, 250$$

$$Q^{v\prime} = 1145 \; W - E$$

oder 15,2 % des Heizwertes.

Ferner ergiebt sich der Wärmeverlust durch Russ zu

$$Q_r' = 0{,}005 \,.\, 13{,}413 \,.\, 8100 = 0{,}067 \,.\, 8100 = 543 \; W - E$$

oder 7,2 % des Heizwertes.

Der Gesamtverlust beträgt mithin 15,2 + 7,2 = 22,4 % des Heizwertes, gegenüber 16,5 + 7,88 = 24,38 %, wenn der Einfluss des Russgehaltes auf die Rauchgasmenge nicht berücksichtigt wird.

Zu b.)

Es ist wie unter *a)*

$$\varphi = 1{,}84;$$

$$G_v = 14{,}655 \text{ cbm.}$$

Der Verlust durch die Rauchgase an sich, ohne Rücksicht auf den Einfluss des Russgehaltes auf die Rauchgasmenge:

$$Q_v = [14{,}655 \,.\, 0{,}32 + 0{,}288]\; 250 = 1244 \; W - E$$

oder 16,5 % des Heizwertes.

Der Verlust durch den Russgehalt

$$Q_r = r \,.\, G_v \,.\, 8100 = 0{,}002 \,.\, 14{,}655 \,.\, 8100 = 237 \; W - E$$

oder 3,15 % des Heizwertes.

Wird der Einfluss des Russgehaltes auf die Rauchgasmenge *berücksichtigt*, so ergiebt sich:

$$\varphi' = \frac{1{,}854 \,.\, 0{,}793 - 0{,}10\,(1{,}854 \,.\, 0{,}793 - 0{,}699 \,.\, 2{,}43) - 1{,}854 \,.\, 0{,}002 \,.\, (1{,}865 \,.\, 0{,}793 - 0{,}699 \,.\, 2{,}43)}{3{,}33 \,.\, 2{,}43 \,.\, 0{,}10 + 1{,}854 \,.\, 0{,}002 \,.\, (3{,}33 \,.\, 2{,}43 - 8{,}88 \,.\, 0{,}793)}$$

$$\varphi' = 1{,}83$$

Hiermit wird die Russmenge

$$C_r' = \frac{0{,}002 \,.\, [1{,}465 + 2{,}43 \,.\, (3{,}33 \,.\, 1{,}83 - 0{,}699)]}{1 + 0{,}002 \,.\, (8{,}88 \,.\, 1{,}83 - 0{,}011)}$$

$$C_r' = 0{,}0282 \text{ kg pro 1 kg Brennstoff.}$$

Die zur Bildung von CO_2 zur Verfügung gewesene Kohlenstoffmenge beträgt demnach

$$C_K = 0{,}793 - 0{,}0282 = 0{,}7648 \text{ kg}$$

Ferner beträgt die entstandene Rauchgasmenge

$$G_v' = 1{,}854 \,.\, 0793 + 2{,}43\,(3{,}33 \,.\, 1{,}183 - 0{,}699) - 0{,}0282 \,.\, (8{,}88 \,.\, 1{,}83 - 0{,}011)$$

$$G_v' = 14{,}12 \text{ cbm}$$

Hiermit ergiebt sich der Wärmeverlust durch die Rauchgase an sich

$$Q_v' = [14{,}12 \,.\, 0{,}32 + 0{,}288] \,.\, 250 = 1202 \; W - E$$

oder 15,9 % des Heizwertes.

Der Wärmeverlust durch Russ ist

$$Q_r' = 0{,}002 \,.\, 14{,}12 \,.\, 8100 = 228 \; W - E$$

gleich 3,03 %, oder

$$Q_r' = C_r' \,.\, 8100 = 0{,}0282 \,.\, 8100 = 228 \; W - E$$

Der gesamte Verlust durch Russ und Rauchgase beträgt mithin 15,9 + 3,03 = 18,93 % gegenüber einem Verlust von 16,5 + 3,15 = 19,65 % ohne Rücksicht auf den Einfluss des Russgehaltes.

Man erhält mithin folgende Zusammenstellung, welche darthut, dass die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes nicht genügt, wenn Russ in den Heizgasen vorhanden ist.

	Fall a)	Fall b)
Lediglich aus dem Kohlensäuregehalt festgestellter Wärmeverlust	16,5 %	16,5 %
Wirklicher Wärmeverlust mit Berücksichtigung von Russ	22,4 %	18,93 %
Differenz der Wärmeverluste	5,9 %	2,43 %
Es sind dies % vom wirklichen Werte	26,3	12,8

Dass ferner bei grösserem Russgehalte auch Rücksicht auf den Einfluss desselben auf die entstehende Rauchgasmenge genommen werden muss, um Fehler zu vermeiden, erweist nachstehende Zusammenstellung

	Fall a)	Fall b)
Gesamtverlust ohne Rücksicht des Einflusses von C_r	24,38 %	19,65 %
Wirklicher Wärmeverlust	22,4 %	18,93 %
Differenz der Wärmeverluste	1,98 %	0,72 %
Es beträgt dies % vom wirklichen Werte	8,8	3,8

4. Es erübrigt hier noch, kurz den Fall zu untersuchen, in welchem alle unter 1 bis 3 angegebenen Verluste zusammentreffen. Mit Bezug auf die daselbst gewählten Bezeichnungen würde zunächst die erforderliche Sauerstoffmenge sein:

$$O_e'' = 2{,}667\,(C - C_A - C_z - C_r) + 8H - O + S + 1{,}333 \,.\, C_z$$

Hierin ist

$$C_A = \frac{a}{100} \cdot \frac{A}{B}$$

kann also stets als bekannt vorausgesetzt werden;

$$C_r = r \,.\, G_v''$$
$$C_z = 0{,}00536 \,.\, z \,.\, G_v''$$

wenn mit G_v'' das jetzt entstandene Gasvolumen bezeichnet wird.

Hieraus ist

$$\frac{C_r}{C_z} = \frac{r}{0{,}00536\, z}$$

$$\left.\begin{aligned} C_r &= \frac{r \,.\, C_z}{0{,}00536 \,.\, z} \\ C_z &= \frac{0{,}00536 \,.\, z \,.\, C_r}{r} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (47)$$

Das entstehende Rauchgasvolumen würde mit der obigen Grösse von O_e''

$$\begin{aligned} G_v'' &= 1{,}854\,(C - C_A - C_r) + 0{,}011\, C_z \\ &+ [O_e - 2{,}667\,(C_A + C_r) - 1{,}33 \,.\, C_z](3{,}33\, q'' - 0{,}699) \end{aligned} \quad (48)$$

Setzt man einen der Werte von C_r oder C_z aus Gleichung (47) in diese Gleichung ein und löst nach einer dieser Grössen auf, so erhält man:

$$\left.\begin{aligned} C_r &= \frac{r \,.\, [1{,}854 \,.\, (C - C_A) + (3{,}33\, q'' - 0{,}699)\,(O_e - 2{,}667 \,.\, C_A)]}{1 + 1{,}854\, r - 0{,}011 \,.\, 0{,}00536 \,.\, z + (3{,}33 \,.\, q'' - 0{,}699)\,(2{,}667 \,.\, r + 1{,}33 \,.\, 0{,}00536\, z)} \\ &\text{und} \\ C_z &= \frac{0{,}00536 \,.\, z\, [1{,}854\,(C - C_A) + (3{,}33\, q'' - 0{,}699)\,(O_e - 2{,}667\, C_A)]}{1 + 1{,}854\, r - 0{,}011 \,.\, 0{,}00536 \,.\, z + (3{,}33\, q'' - 0{,}699)\,(2{,}667 \,.\, r + 1{,}33 \,.\, 0{,}00536\, z)} \end{aligned}\right\} (49)$$

worin die Grösse $0{,}011 \,.\, 0{,}00536 \,.\, z$, weil verhältnismässig klein, vernachlässigt werden kann.

Das Verhältnis der Kohlensäure zu dem entstandenen Rauchgasvolumen beträgt jetzt

$$K_v'' = \frac{1{,}854\,(C - C_A - C_r - C_z)}{G_v''} \quad \ldots (50)$$

Setzt man die Werte von C_r und C_z aus Gleichung (49) in Gleichung (50) ein, so ergiebt sich das Verhältnis der zugeführten zu der theoretisch erforderlichen Luftmenge zu:

$$\begin{aligned} q'' = \Big[& 1{,}854\,(C - C_A) - K_v \big\{ 1{,}854\,(C - C_A) \\ & - 0{,}699\,(O_e - 2{,}667\, C_A)\big\} \\ & - 1{,}854\, r \,.\, (1{,}865\, C - 0{,}699\, O_e) \\ & - 1{,}854 \,.\, 0{,}00536\, z \big\{ 2{,}797\,(C - C_A) \\ & - 0{,}699\,(O_e - 2{,}667\, C_A)\big\} \Big] : \\ \Big[& K_v(3{,}33 \,.\, O_e - 8{,}88\, C_A) + 1{,}854\, r \,.\, (3{,}33 \,.\, O_e - 8{,}88\, C) \\ & + 1{,}854 \,.\, 0{,}00536 \,.\, z \,.\, \big\{ 3{,}33 \,.\, O_e - 4{,}44\,(C + C_A)\big\} \Big] \end{aligned} \quad (51)$$

Aus dieser allgemeinen Formel für q'' ergiebt sich das Verhältnis q für andere Fälle, wenn nicht alle hier angenommenen Bestandteile in den Heizgasen oder in der zurückbleibenden Schlacke festgestellt werden, in einfacher Weise, indem die nicht vorhandenen Grössen Null gesetzt werden.

Da hier alle unter 1 bis 3 erwähnten Verluste zusammentreffen, so wird selbstverständlich auch der Unterschied zwischen dem Wärmeverluste, wie er sich lediglich aus dem Kohlensäuregehalte bestimmen würde und dem wirklichen Wärmeverluste um so auffallender in die Erscheinung treten.

Um ein ungefähres Bild über die diesbezüglichen Verhältnisse zu erhalten, sei nachstehend ein Beispiel gegeben: Eine Kohlensorte habe folgende Zusammensetzung: $C = 60\,\%$; $H = 4{,}0\,\%$; $O = 12{,}0\,\%$; $S = 3{,}0\,\%$; $A_B = 14{,}0\,\%$; $W = 7{,}0\,\%$. H_w (berechnet) $= 5618\ W - E$; die erforderliche Sauerstoffmenge aus der Zusammensetzung $O_e = 1{,}83$. Von dieser Kohlensorte seien während einer gewissen Zeit $B = 3000$ kg verfeuert worden; während derselben Zeit erhielt man $A = 467$ kg Asche und Schlacke auf dem Roste. Ferner sei festgestellt worden: der in der Asche und Schlacke enthaltene Kohlenstoff $a = 10\,\%$; $K_v = 8\,\%$, $z = 1{,}0\,\%$, $r = 0{,}0025$ kg, sowie $T - t = 250^0$.

Die nach den vorstehend gegebenen Formeln berechneten Werte sind nachstehend zusammengestellt. Die Folgerungen, welche aus den Resultaten zu ziehen sind, sind im allgemeinen dieselben, wie sie bereits unter 1 bis 3 angegeben waren: *Sobald nicht der gesamte in dem Brennstoffe enthaltene Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrennt, genügt die Kenntnis der Grösse von K_v allein nicht mehr zur Ermittelung des wirklichen Wärmeverlustes und ebensowenig zur Ermittelung der wirklichen Rauchgasmenge; jener würde zu klein, diese zu gross erhalten.*

Zusammenstellung der Ergebnisse bei Vorhandensein von Unverbranntem in der Asche, sowie Kohlenoxyd und Russ in den Heizgasen.

Grössenbezeichnung	Wertbezeichnung	a) Verhältnisse ohne Berücksichtigung des Einflusses von C_A, C_r und C_z auf die Rauchgasmenge	b) Verhältnisse mit Berücksichtigung des Einflusses von C_A, C_r und C_z auf die Rauchgasmenge Wirkl. Verhältnisse
Verhältnis der zugeführt. zu der theoretisch erforderlichen Luftmenge $q =$	—	2,31	2,08
In der Asche u. Schlacke enthaltener Kohlenstoff pro 1 kg Brennstoff $C_A =$	kg	0,0155	0,0155
Durch Russ für die Verbrennung verloren. Kohlenstoff pro 1 kg Brennstoff $C_r =$	kg	0,0347	0,0275
Durch Kohlenoxyd gebundener Kohlenstoff pro 1 kg d. Brennstoffes $C_z =$	kg	0,112	0,088
Für die Verbrennung wirklich vorhandener Kohlenstoff pro 1 kg Brennstoff $C_K =$	kg	0,44	0,469
Entstehendes Rauchgasvolumen $G_v =$	cbm	13,9	11,0
Lediglich aus dem Kohlensäuregehalte berechneter Wärmeverlust $Q_v =$	$W - E$	1175	942
	% von H_w	20,9	16,8
Wärmeverlust durch C_A . . Q_A	$W - E$	123	123
	% von H_w	2,2	2,2
Wärmeverlust durch C_z . . . $Q_z =$	$W - E$	634	502
	% von H_w	11,3	9,0
Wärmeverlust durch C_r . . . $Q_r =$	$W - E$	281	223
	% von H_w	5,0	3,9
Gesamter Wärmeverlust $Q_g =$	$W - E$	2213	1790
	% von H_w	39,4	31,8

Auf Grund der vorstehend erhaltenen Ergebnisse wird nun die Frage entstehen, ob die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Rauchgase allein von demjenigen Werte, wie dies für gewöhnlich angenommen und behauptet wird, sei. Im allgemeinen muss dies bejaht werden; denn es darf nicht vergessen werden, dass alle die angeführten Verluste, wie durch Unverbranntes in der Asche, Kohlenoxyd und

Russ, bei einer ordnungsgemäss und gut arbeitenden Feuerungsanlage nicht vorkommen sollen. Andererseits muss dem freilich entgegengehalten werden, dass wohl bei wenigen Feuerungen aller Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrennt, sondern, dass ein gewisser, wenn auch nach Art und Bedienung der Feuerung sehr verschiedener Betrag desselben verloren geht. Immerhin muss jedoch im Auge behalten werden, dass dieser Betrag im allgemeinen nicht zu bedeutend ist, und dass für viele Fälle so genaue Rauchgasuntersuchungen, wie sie hier angenommen waren, nicht durchgeführt werden können — aus verschiedenen Gründen —, so dass eben die Kenntnis des Kohlensäuregehaltes allein dasjenige Mittel bleibt, welches schnell und an Hand von guten, bequem zu handhabenden Apparaten einen meist richtigen Aufschluss über das Arbeiten einer Feuerungsanlage giebt.

(Fortsetzung folgt.)

Druckfehler-Berichtigung.

No. 49, S. 778, Zeile 25 von unten lies:

$$Q_v'' = 3{,}33 \,.\, O_e\,(\varphi - 1) \,.\, c \,.\, (T - t)$$

statt

$$Q_v'' = 3{,}33 \,.\, O_v\,(\varphi - 1) \,.\, c \,.\, (T - t)$$

No. 50, S. 794, Zeile 9 von unten lies:

$$q_v = \frac{T - t}{K_v} \,.\, 0{,}66$$

statt

$$q_v = \frac{T - t}{K_v} \,.\, 66$$

Zur Theorie der Kühlverfahren von Linde, Siemens und Mix mittels Kaltluftmaschine.

Von Dr. **Paul Berkitz**, Charlottenburg.

(Schluss v. S. 8 d. Bd.)

Nimmt man ein grosses Ausflussgefäss mit enger Ausströmungsöffnung, so kann man die Luft im Ausflussgefässe annähernd als in Ruhe befindlich ansehen und daher ohne merklichen Fehler $w_1 = 0$ und somit auch $H_1 = 0$ setzen. Soll ferner Wärme weder zu- noch abgeführt werden, so wird $dQ = 0$, folglich erhält man aus Gleichung 13) für die Strömungsenergie bei horizontalem Ausflussrohr, für das $dh = 0$ zu setzen ist, die Gleichung

$$dH = \frac{k}{k-1}\, d\,(p\,v) \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

während aus Gleichung 14)

$$dW = \frac{1}{k-1}\,(v\,d\,p + k\,p\,d\,v) \quad . \quad 17)$$

und durch Addition von 16) und 17)

$$dH + dW = -\,v\,d\,p \quad . \quad . \quad . \quad 18)$$

folgt. Aus Gleichung 16) folgt

$$H = \frac{1}{k-1}\,(p_1\,v_1 - p\,v) \quad . \quad . \quad 19)$$

so dass nach Gleichung 2) die Ausflussgeschwindigkeit

$$w = \sqrt{\frac{2\,g\,k}{k-1}\,(p_1\,v_1 - p\,v)} \quad . \quad 20)$$

und die Luftmenge

$$G = \sqrt{\frac{2\,g\,k}{k-1} \cdot \frac{p_1\,v_1 - p\,.\,v}{v^2}} \quad . \quad 21)$$

wird. Setzt man nun voraus, dass die Widerstände, welche die ausströmende Luft in der Mündung zu überwinden hat, verschwindend klein sind, also $dW = 0$ ist, so folgt aus Gleichung 17) $v\,d\,p + k\,p\,d\,v = 0$, so dass durch Integration die polytropische Expansionskurve

$$p\,v^k = p_1\,v_1^{\,k} \text{ sich ergiebt.} \quad . \quad . \quad 22)$$

Mit Rücksicht hierauf erhält man aus Gleichungen 20) und 21)

$$w = \sqrt{\frac{2\,g\,k}{k-1} \cdot p_1\,v_1 \left[1 - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]} \quad 23)$$

und

$$G = \sqrt{\frac{2\,g\,k}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1} \left[\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} \quad 24)$$

In diesen Formeln sind jedoch die Widerstände, welche die strömende Luft zu überwinden hat, nicht berücksichtigt worden. *Weisbach*, der die ersten vollkommenen Versuche über Luftausfluss angestellt hat, bezeichnet w und G als „theoretische Werte“. Die wirkliche oder effektive Ausflussgeschwindigkeit, die kleiner als w ist, setzte er $w_e = \beta\,w$, worin β der Geschwindigkeitskoeffizient heisst. Die effektive Strömungsenergie wird entsprechend gesetzt

$$H_e = \beta^2\,H,$$

so dass die Widerstandsarbeit

$$W = H - H_e = (1 - \beta^2)\,H = \left(\frac{1}{\beta_2} - 1\right) H_e = \varrho\,H_e \quad 25)$$

wird und somit

$$\varrho = \frac{1}{\beta^2} - 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26)$$

gesetzt ist und der „*Widerstandskoeffizient*“ heisst. Aus Gleichung 25) folgt durch Differentiation und nach Gleichung 16)

$$d\,W = \frac{k\,\varrho}{k-1}\, d\,(p\,v) \quad . \quad . \quad . \quad 27)$$

so dass man nach Gleichung 17),

$$d\,W = \frac{1}{k-1}\,(v\,d\,p + k\,p\,d\,v) \text{ ist}$$

durch Gleichsetzung beider Formeln

$$(1 + k\,\varrho)\,d\,p\,v + k\,(1 + \varrho)\,p\,d\,v = 0$$

oder

$$v\,d\,p + \frac{k\,(1+\varrho)}{(1 + k\,\varrho)}\,p\,d\,v = 0$$

oder, indem man

$$u = \frac{k\,(1+\varrho)}{1 + k\,\varrho} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 28)$$

einführt, $v\,d\,p\,u + u\,p\,d\,v = 0$ und durch Integration, wenn ϱ und damit auch u constant ist, die polytropische Druckkurve

$$p\,v^u = p_1\,v^u{}_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 29)$$

erhält. Hieraus folgt mit Hilfe der *Clapeyron*schen Zustands-Gleichung

$$\frac{T}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v}\right)^{u-1} = \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}} \quad . \quad 30)$$

Aus Gleichung 30) kann man das Volumen v und die Temperatur T durch den Druck p in der Mündung ihrer wirklichen Grösse nach berechnen. *Zeuner* nennt die Grösse u den „Ausfluss-Exponenten“. Ist u gegeben, so erhält man aus Gleichung 28)

$$\varrho = \frac{k - u}{k\,(u-1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 31)$$

wonach u stets kleiner als k ist. Mit Rücksicht auf die Gleichungen 29) und 21) erhält man

$$w = \sqrt{\frac{2\,g\,k}{k-1} \cdot p_1\,v_1 \left[1 - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}}\right]} \quad 32)$$

$$G = F\sqrt{\frac{2\,g\,k}{k-1} \cdot \frac{p}{p_1} \left[\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{2}{\varepsilon}} \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u+1}{u}}\right]} \quad 33)$$

und aus den Gleichungen 27) und 31) die Widerstandsarbeit

$$W = \frac{(u-1)\,(k-1)}{k-u} \cdot p_1\,v_1 \left[1 - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}}\right] \quad 34)$$

Es ist nach Gleichung 2) und 32)

$$H = \frac{w^2}{2g} = \frac{2gk}{(k-1)2g} \cdot p_1 v_1 \left[1 - \frac{T}{T_1}\right]$$

worin nach Gleichung 30)

$$\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}} = \frac{T}{T_1}$$

gesetzt ist;
folglich erhält man, da nach der *Clapeyron*schen Zustandsgleichung

$$\frac{p_1 v_1 k}{T_1 (k-1)} = \frac{c_p}{A} \text{ ist}$$

$$H = \frac{c_p}{A} (T_1 - T)$$

oder $A H = c_p (T_1 - T)$ . . . . 35)

und die Widerstandsarbeit ebenfalls in Wärmemass

$$A W = A \varrho H = \frac{k-u}{k(u-1)} \cdot c_p (T_1 - T) \quad . \quad 36)$$

und durch Addition der Gleichungen 35) und 36)

$$A (H + W) = \frac{u(k-1)}{k(u-1)} \cdot c_p (T_1 - T) \quad . \quad 37)$$

Bei der Umrechnung der Luftmenge in Raumeinheiten (Kubikmeter) muss man angeben, an welcher Stelle gemessen werden soll. Im Innern des Gefässes ist das Volumen $G v_1$, in der Mündungsebene $G v$ und ausserhalb der Mündung nach der Ausbreitung $G v_2$. Im vorliegenden Falle kommt es lediglich auf die Bestimmung der Werte T, p und v in der Mündungsebene an. Man erhält für das Gefässinnere gemessen

$$G v_1 = a F \sqrt{2 g \frac{c_p T_1}{A} \left[\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{2}{u}} - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u+1}{u}}\right]} \quad 38)$$

worin a der „Kontraktionskoeffizient" ist.

Die Richtigkeit der hier abgeleiteten Formeln ist von *Weisbach* durch Messen der Ausflussgeschwindigkeiten (Ausflussmengen) geprüft worden. Einige Beispiele dürften den Einfluss der Widerstandsarbeit auf die Werte von T erkennen lassen und zeigen, dass sich nach dem *Mix*schen Verfahren eine Verflüssigung der Gase umsomehr erreichen lässt, als in der vorliegenden Kühlwirkung die auf der innern Molekulararbeit beruhende Kühlwirkung, wenn eine solche überhaupt vorhanden ist, noch verstärkend hinzukommt.

Beispiel: Durch eine Mündung, deren Ausflussexponent $u = 1{,}250$, deren Widerstandskoeffizient somit nach Gleichung 31) $\varrho = 0{,}454$ ist, ströme die Luft unter dem konstanten Druck von 1,5 Atm. aus einem sehr weiten Gefässe direkt in die freie Atmosphäre, sodass in der Mündungsebene der Atmosphärendruck p herrscht, das Druckverhältnis also

$$\frac{p}{p_1} = \frac{2}{3} \text{ ist.}$$

Ist die absolute Temperatur innen und aussen $T_1 = 288^0$, so folgt aus der Zustandsgleichung $p_1 v_1 = 29{,}269 \cdot 288$ das spezifische Volumen der Luft im Gefässe $v_1 = 0{,}5438$. Wenn auch die Rechnungsergebnisse für den Fall, dass keine Widerstände vorliegen, praktisch keinen Wert besitzen, so soll doch hier, um den Einfluss der Widerstände erkennen zu lassen, auch dieser Fall mitberechnet werden. Man findet für $u = k = 1{,}401$ und für $u = 1{,}250$ das spezifische Volumen in der Mündung nach Gleichung 29) $v = 0{,}7251$ bezw. $v = 0{,}7523$, die absolute Temperatur in der Mündung $T = 256{,}0$ resp. $T = 265{,}6$ oder nach *Celsius* -17^0 bezw. $= -7{,}4^0$. Die Widerstände erhöhen die Temperatur in der Mündung, sodass zur Erklärung der *Joule-Thomson*schen Versuche der erhöhte Widerstand der benutzten Diaphragmen vollkommen genügt, und die herbeigezogene Molekulararbeit überflüssig ist.

Die übrigen Grössen werden

$H = 3222{,}4$ resp. $H = 2255{,}6$ kgm
$W = 0$ „ $W = 1025{,}1$ „
$w = 251{,}4$ „ $w = 2104$ m

Nimmt man dagegen an, dass $p_1 = 4$ Atm. und $u = 1{,}380$ ist, so erhält man $v_1 = 0{,}2039$ und für den Fall, dass G ein Maximum werden soll, für den Druck in der Mündungsebene $p = 0{,}5317 \cdot p_1 = 2{,}1267$ Atm. Nach der einfach abzuleitenden Beziehung

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{2}{u+1}\right)^{\frac{u}{u-1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 39)$$

Es wird

$$\frac{v}{v_1} = 1{,}5805 \quad \frac{T}{T_1} = 0{,}8403, \quad T = 542^0$$

oder

$$= -31^0 \text{ C.}, \; w = 313 \text{ m}$$

Das vorliegende Problem kann man auf folgende Weise einfacher und bequemer lösen. Beim Ausströmen ohne Reibungswiderstand ist nur die dem Fortschieben der Atmosphäre entsprechende Arbeit zu leisten. Nehmen wir an, dass die Expansion zunächst isothermisch erfolgt, so verhält sich $v : v_1 = p_1 : p$, so dass, da in diesem Falle $v = 0{,}815$, $p_1 = 1{,}5$ und $p = 1$ ist, $v_1 = \frac{0{,}815}{1{,}5}$ also $v - v_1 = \frac{v}{3} \cdot 0{,}815 = 0{,}2717$ cbm wird. Die geleistete äussere Arbeit wird dann $10000 \, \frac{v}{3}$ kgm, dieselbe ist jedoch zu gross, da die Arbeitsleistung die Temperatur erniedrigt und somit v kleiner wird. Sei die wirkliche Endtemperatur T, so ist, da T_1 bekannt ist, die Volumenverminderung

$$v a (T_1 - T) = \frac{v (T_1 - T)}{273}$$

die Arbeitsverminderung demnach $v a (T_1 - T) \cdot 10000$ kgm. Die wirklich geleistete äussere Arbeit, also auch abzüglich der Reibungsarbeit, muss aber nach dem *Mayer*schen Aequivalentgesetze gleich dem mechanischen Wert der entzogenen Wärme, also gleich

$$\frac{c_p}{A} (T_1 - T) \text{ kgm sein.}$$

Man erhält somit die Gleichung

$$\left.\begin{aligned}
&10000 \; (v - v_1) - v a (T_1 - T) \cdot 10000 = \frac{c_p}{A} (T_1 - T) \\
&10000 \, v \left(1 - \frac{v_1}{v}\right) - v a (T_1 - T) \cdot 10000 = \frac{c_p}{A} (T_1 - T) \\
&10000 \, v \left(1 - \frac{p}{p_1}\right) - v a (T_1 - T) \cdot 10000 = \frac{c_p}{A} (T_1 - T) \\
&\text{oder} \\
&T = T_1 - \frac{1 - \frac{p}{p_1}}{(c_p / 10000 \, A \, v) + a}
\end{aligned}\right\} \quad 40)$$

und durch Einsetzen der gegebenen Werte $T = 288 - 20 = 268^0$ oder $= -5^0$ C. Nach der *Weissbach*schen Formel folgt, wie oben berechnet ist, der Wert $T = 265{,}6^0$ oder $-7{,}4^0$ C., so dass die Uebereinstimmung vollständig ausreichend ist.

Für das zweite Beispiel, in welchem $p_1 = 4$ at ist, erhält man nach der angegebenen Methode

$$T = T_1 - \frac{3/4}{(c_p / 10000 \, A \, v) + a} = 288 - 43{,}5 = 244{,}5^0$$

oder $= -288{,}8^0$ C. während nach der Formel von *Weissbach* $T = 242^0$, oder $= -31^0$ C. gefunden wurde.

Für das zweite Beispiel ist die lediglich zum Verdrängen der atmosphärischen Luft erforderliche Arbeit gleich 2717 kgm, im zweiten dagegen gleich 6113 kgm, während die nutzbare Arbeit infolge der Expansion im Arbeitszylinder im ersten Falle $L = c_v \; (T_1 - T) \, / \, A = 2292$ kgm, im zweiten Falle dagegen, da

$$T = T_1 \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}} = 196^0 \text{ ist,}$$

$L = c_v \; (T_1 - T) \, / \, A = 6588$ kgm ist.

Aus den vorstehenden Entwickelungen, die zum Teil auf *Zeuner* und *Mewes* fussen, folgt, dass die zum Ueberwinden des Atmosphärendruckes erforderliche Arbeit in beiden betrachteten Fällen nahezu gleich der durch die Expansion im Arbeitszylinder im günstigsten Falle nutzbar zu machenden Arbeit im ersten Falle sogar grösser ist, so dass ein Uebersehen dieses Umstandes bei den Kaltluftmaschinen

bezw. bei dem darauf sich gründenden Kühlverfahren gerechte Verwunderung erregen muss. Die Theorie des *Linde*schen Kühlverfahrens dürfte demnach gegen früher eine wesentliche Aenderung erfahren müssen, wenn Theorie und Praxis mit einander zusammenstimmen sollen. Vorstehende Ausführungen haben ihren Zweck erfüllt, wenn sie dazu beitragen, die Kühlmaschinen-Ingenieure und die Wärmetheoretiker zur Stellungnahme zu den von mir erhobenen Bedenken anzuregen.

Die preussische geologische Landesaufnahme.

Der das Gelände aufnehmende Geolog wird in seinen Arbeiten fast täglich durch die Fragen der Bauern und anderer Bodeninteressenten gestört, was er da treibe und zu suchen habe. Die Antwort, dass er das Land geologisch aufnehme, pflegt da bei der Art unserer Volksbildung auf völliges Unverständnis zu stossen und weil es gewöhnlich auch an Zeit zu einer populären Darstellung des Zweckes der Arbeit mangelt, trägt zur Beruhigung selbst einer sonst so höflichen und freundlich entgegenkommenden Bevölkerung, wie es z. B. diejenige der Provinz Hessen ist, das meiste immer die obrigkeitliche Legitimation bei, zumal wenn seitens der Landratsämter des Aufnahmegebietes die unteren Polizeiorgane auf das Erscheinen des Geologen aufmerksam gemacht worden waren.

Diese Unkenntnis der Ziele der geologischen Landesaufnahme ist jedoch erfahrungsgemäss nicht nur auf die ländliche Bevölkerung beschränkt, sondern man findet sogar in gebildeten Kreisen die Anschauung, dass die an sich doch ziemlich kostspielige Arbeit hauptsächlich nur wissenschaftlichen Zwecken diene. In solchem Urteile hätten diese Kreise schon stutzig werden müssen durch die Beobachtung, dass so junge Staatengebilde wie die nordamerikanischen Staaten und englischen Kolonieen, deren Staatssäckel für „unproduktive" Anlagen geschlossen zu sein pflegen, sich durchweg beeilt haben, staatliche geologische Anstalten („surveys") einzurichten und dafür verhältnismässig grösseren Aufwand machten, als die alten Kulturstaaten Europas. Erst durch ihre vor etwa 2 Jahren eingetretene Erweiterung ist die schon 1873 begründete preussische geologische Landesanstalt zur bedeutendsten unter ihren Schwesterinstituten, nicht nur denen anderer Bundesstaaten, sondern auch des Auslandes geworden. Sie ist vom Ministerium für Handel und Gewerbe abhängig, untersteht dessen Abteilung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen und wird gemeinsam mit der Berliner Bergakademie von einem ersten Direktor geleitet. Diesem steht für die wissenschaftlichen Arbeiten ein zweiter Direktor zur Seite. Das wissenschaftliche Personal besteht aus 14 Landesgeologen, 1 Custos, 9 Bezirksgeologen, 25 Hilfsgeologen und 10 ausserhalb Berlins wohnenden Mitarbeitern; dazu kommen 3 Zeichnerbureaux für die wissenschaftlichen Veröffentlichungen und die kartographischen Arbeiten, und gemeinsam mit der Bergakademie die Bibliotheksverwaltung, Laboratorien und Bureaux. Der gesamte Personalbestand beträgt an wissenschaftlichen Beamten 61, anderweitigen Beamten 35, zusammen also 96 Beamte, wovon 58 bei der geologischen Aufnahme im Gelände beschäftigt werden.

Kommen wir aber auf den Ausgangspunkt unserer Betrachtung zurück, auf die Frage nämlich, welchen Zwecken die genannte Anstalt und die von ihr an erster Stelle betriebene geologische Aufnahme „des Staatsgebietes Preussens und benachbarter Bundesstaaten" (bis vor kurzem waren dies nur die thüringischen) dient, so kann die Antwort am besten im Anschluss an den (in „Stahl und Eisen" 1902, 1079 enthaltenen) Bericht über einen Vortrag erteilt werden, den der wissenschaftliche Direktor der Anstalt Geh. Bergrat Prof. Dr. *Beyschlag* in einer Monatsversammlung des Berliner Bezirksvereins Deutscher Ingenieure gehalten hat, und wird man dabei erkennen, dass die genannte Anstalt in hervorragender Weise dem Allgemeininteresse dient, dass ferner aber auch die speziellen Interessen gewisser Erwerbskreise voll gewürdigt werden und dass ein Verständnis der Organisation der geologischen Landesanstalt und ihrer Aufgaben einem Jeden von Nutzen sein wird.

Käme es nur auf die Aufnahme geologischer Karten an, so würde es hierzu noch keiner staatlichen Anstalt bedürfen; solche Karten sind nämlich auch schon vor ihrer Begründung, und oft in musterhafter Weise, hergestellt worden, so z. B. im Auftrage der preussischen Bergverwaltung *v. Dechens* geologische Karten von Rheinland und Westfalen, *Beyrichs* Karte von Niederschlesien, *Ewalds* Karte der Provinz Sachsen, *Römers* Karte des Harzes und südlichen Hannovers u. a. m. Bei diesen Arbeiten machte sich aber bald das Bedürfnis nach einer guten Arbeitsorganisation geltend und wurde auf Antrag des Geh. Bergrates *Hauchecorne*, damals Direktors der Bergakademie zu Berlin und Referenten für die geologische Landesaufnahme im Handelsministerium, und des Prof. *Beyrich* von der Berliner Universität vom Handelsminister *Itzenplitz* im Jahre 1866 die Herstellung einer das gesamte Staatsgebiet umfassenden geologischen Sonderkarte im Massstabe 1 zu 25 000 angeordnet. Die Anstalt selbst erhielt jedoch ihre Organisation unter den beiden Genannten als Direktoren erst am 1. Januar 1873 und wusste sich, trotz der ihr gewährten beschränkten Mittel, einen so hohen wissenschaftlichen Ruf zu sichern, dass ihr 1885 vom internationalen Geologenkongresse die Aufstellung und Herausgabe der geologischen Karte von Europa anvertraut wurde. Nach dem in kurzer Zeit nacheinander erfolgtem Ableben der beiden genannten Direktoren traten mit der Erweiterung der Anstalt an deren Spitze die Geh. Bergräte *Schmeisser* und *Beyschlag*.

Der erste Paragraph der Satzungen schreibt als Aufgabe für die geologische Landesanstalt vor: „Die geologische Untersuchung des Staatsgebietes auszuführen und die Ergebnisse derselben in solcher Weise zu bearbeiten, dass sie für die Wissenschaft ebenso wie für die praktischen Interessen des Landes allgemein zugänglich und nutzbringend werden." Dieser „Riesenaufgabe, an der Generationen arbeiten werden" kommt die Anstalt nun zunächst durch die *Aufnahme geologischer Karten* und Herausgabe von Abhandlungen nach, sowie durch die *Aufsammlung von geologischem Belags- und Nachrichtenmaterial*. Von etwa 3000 geologisch aufzunehmenden Blättern der Landkarte im Massstabe 1:25 000 sind bisher etwa 500 schon veröffentlicht, weitere 350 fertiggestellt und 134 in Arbeit; letztere beansprucht eine je nach den angetroffenen, einfacheren oder verwickelteren Verhältnissen verschiedene Dauer, indem nämlich die Aufnahme eines Kartenblattes im Gebirgslande gewöhnlich mehr als eine sommerliche Arbeitssaison eines Geologen, diejenige im Flachlande dagegen, obwohl vorzugsweise hier agronomische Untersuchungen des Bodens durch bis auf 2 m Tiefe ausgeführte Bohrungen damit verküpft werden, etwas weniger Zeit erfordert. — An Abhandlungen und Jahrbüchern sind bereits 86 Bände veröffentlicht worden.

Für weitere Kreise wird jedoch der dritte Weg von grösserem Interesse sein, auf dem die geologische Landesanstalt ihrer Aufgabe nachzukommen sucht, nämlich derjenige der *„Erteilung von Rat und Auskunft in geologischen Fragen"*. Die Mannigfaltigkeit der hier vorkommenden Fälle schildert *Beyschlag* recht anschaulich mit folgenden Worten:

„Da kommt ein Industrieller, zeigt einen mineralischen Rohstoff, den er in seinem Fabrikgetriebe braucht und der ihm neuerdings erheblich teurer geworden ist, vor und ersucht um Angabe von Orten, wo er denselben sonst noch beziehen kann. Ein Gutsbesitzer wünscht seine Felder auf natürliche Meliorationsmittel untersucht zu haben, während eine Stadtverwaltung einen Entwurf zur Anlage einer Wasserversorgung übersendet mit der Bitte, anzugeben, ob voraussichtlich auch die nötigen Wassermengen an den Entnahmestellen dauernd zur Verfügung stehen. Heute bittet eine Kreis- oder eine Provinzial- oder Militärverwaltung, ihr behilflich zu sein bei der Ermittlung der Ursache einer Typhus-Epidemie; hier soll eine Thalsperre gebaut werden und der Ingenieur wünscht eine Beurteilung der Gesteinslagen, in denen er seine Staumauern gründen kann. In einem Bergwerk ist ein plötzlicher Wassereinbruch erfolgt, während in der Nähe eine Quelle versiegt ist; beide Ereignisse werden in ursächlichen Zusammenhang gebracht und das in dem entstehenden Rechtsstreite angerufene Gericht ersucht uns um ein sachverständiges Gutachten. Eine Stadt braucht ein zur Rieselung ihrer Abwässer geeignetes Ge-

lände, sie versichert sich durch Inanspruchnahme der geologischen Landesanstalt, ob der Boden auch für eine dauernde Rieselung geeignet ist und ob nicht Ueberflutungen der Nachbargrundstücke erfolgen werden. Hier hat eine Heilquelle ihre ursprüngliche Zusammensetzung allmählich verloren und es soll nun ermittelt werden, wo und wie dieselbe wieder zu erlangen ist. Doch genug, die Fälle lassen sich beliebig vermehren. Es genüge die Bemerkung, dass die Zahl der grösseren Begutachtungen im Jahre etwa die Ziffer 100 beträgt. — Und doch sind die Fälle, in denen der Rat der geologischen Landesanstalt zwar gegeben werden könnte, aber, sei es Unkenntnis, sei es aus Ueberhebung, unbegehrt bleibt — und zwar zum Schaden der Unternehmer — ausserordentlich zahlreich. Man könnte über dieses Thema, so zu sagen, ein Buch schreiben. Es giebt heute noch unter unseren sogenannten Gebildeten eine grosse Zahl von Leuten, die bei Anlage eines Brunnens, einer Wasserleitung u. s. w. sich lieber einen Mann mit der Wünschelrute oder mit einem ähnlichen, nur moderner klingenden Apparat, der galvanischen Kette, verschreiben als einen Geologen. Man wende dagegen nicht die Erfolge ein, die derartige Leute in zahlreichen Fällen vermöge einer gewissen Praxis und Erfahrung unzweifelhaft erzielt haben, weil sie sich in der Regel auf so einfache Verhältnisse bezogen, dass auch ein einfacher erfahrener Brunnenmacher sie ebenso erzielt haben würde. Besonders häufig rächt sich die Vernachlässigung der geologischen Verhältnisse beim Eisenbahnbau. Es giebt Stellen in Einschnitten, z. B. an der Bahnlinie Leinefelde-Treysa, die dauernd in Bewegung bleiben, weil die Linie ein Gelände durchschneidet, in dem zahlreiche wasserbringende Verwerfungsklüfte durchsetzen. Das Gleiche ist z. B. auf der Linie Altenbeken—Warburg der Fall. Eine Verschiebung der Linie um 100 m oder weniger hätte genügt, das gefährdete Gebiet zu vermeiden. Bei Malsfeld überschreitet die Bahn die Fulda auf hoher Brücke gerade auf einer der wenigen Stellen, wo eine tiefe Tertiärmulde, die mit Sand, Braunkohlen und namentlich Thon gefüllt ist, das Thal überquert. Von den z. T. im Tertiär gegründeten Pfeilern stürzte einer sogleich nach Fertigstellung um. Wenige 100 m flussauf- und flussabwärts ist ganz sicheres Buntsandsteingebiet, in dem so etwas nie vorgekommen wäre. Beim Bau der Eisenbahnstrecke Plaue—Ilmenau (in Thüringen) versteifte man sich darauf, den Bahnhof an die Stelle eines alten kleinen Teiches zu legen, der im Dörfchen Elgersburg vorhanden war. Dem Geologen war wohl bekannt, dass der unschuldig aussehende kleine Weiher nur die Ausmündungsstelle einer grossen unterirdischen Gipsauswaschung der Zechsteinformation, einer sogenannten Schlotte, war. Man dachte den Teich mit dem Material eines benachbarten Einschnittes rasch zu füllen. Aber Wagen auf Wagen wurde hineingeschüttet und verschwand und mit der Erdmasse gelegentlich die Schienen, auf denen man die Wagen heranfuhr. Und endlich brach parallel zum Schienenstrang beiderseits die Erde auf und es ergoss sich eine Schlammmasse über die Umgegend, die zeitweilig selbst den immer wieder neu geschütteten Damm überspülte. Das war der Inhalt der Gipsschlotte! Nun, man hat sie ja schliesslich gefüllt und der Bahnhof steht heute wohl auch sicher, aber kaum 80 m von der Strecke läuft ihr parallel im Liegenden des Auswaschungsgebietes des Gipses ein von ihr völlig unabhängiger und unberührter Dolomitrücken, auf dem die Bahn von vornherein sicheren Halt gefunden hätte. Die Bahn Zella—Schmalkalden hat aussergewöhnlich viel Last durch Dammrutschungen gehabt, denn man hat hier beinahe planmässig die rutschigen Stellen mit offenen Einschnitten, die festen mit Tunnels durchschnitten, anstatt umgekehrt. Bei der Provinzial-Irrenanstalt Nietleben bei Halle a. S. ist ein Rieselfeld auf verthontem Porphyr angelegt worden, also auf einem der schwerst-durchlässigen Böden, die es giebt. Dass das natürlich wirkungslos blieb und schon nach verhältnismässig kurzer Zeit durchaus keine Pflanzen auf demselben mehr gedeihen wollten, konnte einen Geologen nicht Wunder nehmen. Derartige Dinge kommen leider in übergrosser Zahl selbst noch da vor, wo eine einfache Nachfrage bei der geologischen Landesanstalt oder schliesslich auch ein Blick auf die geologische Karte genügt hätte, den entstehenden Schaden abzuwenden“.

Zu diesem Thätigkeitszweige der Anstalt sei noch bemerkt, dass sie damit den aus Gutachten ihren Lebensunterhalt ziehenden privaten Geologen schlimme Konkurrenz macht, indem sie nur die Rückerstattung etwa entstehender Kosten zu fordern pflegt und auch in den Fällen, wo sie den Auftrag an einen Privatgeologen weitergiebt, Honorarsätze normiert, die gegenüber den Taxen der deutschen Ingenieurvereine armselig zu nennen sind. Befindet sich aber der Punkt, über welchen um geologischen Rat gebeten wird, innerhalb eines Gebietes, dessen Aufnahme gerade in Arbeit ist, so wird einfach der aufnehmende Geolog mit der Erledigung beauftragt, der dann noch nicht einmal das Recht hat, für die Erreichung des von seinem Standquartiere vielleicht über 25 km entfernten Punktes Reisekosten zu fordern; so werden denn in diesen Fällen fast alle Auskünfte ganz kostenlos erteilt. Dabei bietet der Umstand, dass der betreffende Geolog in seinem Berichte an die Anstalt sein Urteil ausführlich zu begründen hat, überdies die Bürgschaft, dass solches mit Sachkunde und möglichst frei von subjektiver Voreingenommenheit gebildet wurde, da die Direktion eine Kontrolle hierüber auszuüben vermag.

Während die geologischen Spezialkarten im Massstabe 1 : 25000 allen verschiedenartigen Interessen genügen sollen, wird speziellen Bedürfnissen durch solche von entweder grösserem oder geringerem Massstabe entsprochen. Die Wissenschaft verlangt nach einer Zusammenfassung der Ergebnisse, wirtschaftliche Praxis dagegen noch einer grösseren Spezialisierung. Jenem Wunsche nachkommend ist schon mit der Herausgabe einer das ganze Staatsgebiet umfassenden Karte im Massstabe 1 : 100000 begonnen worden und werden andererseits Bergwerksbezirke und Landgüter vielfach bereits im Massstabe 1 : 10000 oder sogar 1 : 2500 kartiert.

Um aber nach allen Richtungen gehörig wirken zu können und so dem Volkswohle möglichst zu nutzen, bedarf die geologische Anstalt des Verständnisses ihrer Arbeiten in den weitesten Kreisen. Der jetzige Zustand ist beschämend für einen deutschen Geologen, wo er doch im Auslande, z. B. in Skandinavien, oft die Erfahrung machen kann, bei in ganz armseligen Verhältnissen lebenden Arbeitern gleich verstanden zu werden. Bei uns dagegen pflegen auch sog. Gebildete sich nicht die, zumal bei Zuhilfenahme der den einzelnen Blättern der geologischen Spezialkarte beigegebenen Legenden und Erläuterungen, ungemein geringe Mühe zu geben, eine geologische Karte verstehen zu lernen. Es fehlt hierin vor allem an einem Druck von Oben. Imponiert hat es in dieser Beziehung dem Berichterstatter, beim Feldzuge in den französischen Dorfschulen die geologische Karte des betr. Departements (eingerahmt an der Wand hängend) anzutreffen, eine Karte, die, schon damals veraltet, für Laien viel schwerer verständlich war als die unserigen. Das verdient aber entschieden Nachahmung; auch dem Volksschüler muss das Bild und die Zusammenstellung seines heimatlichen Bodens von Jugend auf vor Augen geführt werden. Es ist aber im allgemeinen Interesse weiter dahin zu streben, dass fernerhin, wie *Beyschlag* seinen Vortrag mit Enthusiasmus schliesst: „Kein Unternehmer mehr in der Submission ein Gebot auf Erdarbeiten macht, ohne unsere Karten befragt zu haben, dass keine Eisenbahn und kein Kanal, keine Wasserversorgungs- und keine Entwässerungsanlage, keine Bergwerksanlage mehr gemacht wird, ohne dass vorher unsere Karten benutzt wären. Kein Landwirt darf ein Gut kaufen, ohne an Stelle des je nach Witterung und Jahr wechselnden und daher trügerischen Standes der Feldfrüchte die geologisch-agronomische Karte, die mechanischen und chemischen Bodenanalysen unserer Karten-Erläuterungen zu studieren. Jeder Landwirt, jeder Forstwirt endlich muss auch dahin kommen, die Einteilung und Abgrenzung seiner Schläge und Aecker nach der auf unseren Karten dargestellten Bodenbeschaffenheit zu bewirken oder zu korrigieren, um gleichartige Böden in gleicher Art zu bestellen und zu behandeln. Ja, unsere Arbeiten müssen Gemeingut werden, aus denen jeder lesen lernt, über welche natürlichen Hilfsquellen des Bodens jede einzelne Landschaft verfügt. So hoffen wir denn, dass unsere Arbeit der Wissenschaft Fortschritt, der Volkswirtschaft Segen bringe!“

O. Lang.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 3. Berlin, 17. Januar 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Wert und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase.

Von **A. Dosch**, Köln.

(Fortsetzung von Seite 29 d. Bd.)

VI. Apparate zur Bestimmung der Kohlensäure.

a) Allgemeines.

Für die Untersuchung der Rauchgase auf ihre Zusammensetzung müssen während der Zeit, während welcher die Güte der Feuerungsanlage ermittelt werden soll, Proben der Verbrennungsprodukte entnommen werden. Zu diesem Zwecke führt man durch die Umgrenzungsmauern der Feuerzüge an denjenigen Stellen, an welchen die Ermittelung stattfinden soll, Rohre aus Glas, Porzellan oder Eisen, welch letzteres jedoch weniger zu empfehlen ist, bis in das Innere der Rauchgaskanäle. Im allgemeinen lässt man die Rohrenden nach innen etwas vorstehen, doch ist dies, wenn die Entnahmestelle sehr nahe dem Feuer, etwa im ersten Zuge liegt, nicht zu empfehlen. Bei einer so hohen Temperatur, wie sie hier unter Umständen herrscht, ist es nicht ausgeschlossen, dass das ins Innere ragende Rohrende und mit ihm der in demselben abgelagerte Russ glühend wird, wodurch die Zusammensetzung der Rauchgase in der Art beeinflusst werden kann, dass sich Kohlenoxyd bildet. Hierdurch wird die durch das Rohr passierende Rauchgasmenge eine andere Zusammensetzung zeigen, als diejenige der wirklichen Verbrennungsgase. Es ist daher für solche Fälle besser, das Entnahmerohr, welches selbstverständlich sorgfältig in das Mauerwerk einzudichten ist und für Reinigung leicht zugängig sein muss, mit dem Mauerwerk innen bündig abschneiden zu lassen.

Es kann nun nicht gleichgiltig sein, an welcher Stelle man die Rauchgase entnimmt, da dieselben beispielsweise unmittelbar hinter dem Rost im allgemeinen eine andere Zusammensetzung aufweisen werden, als im Fuchs. Insbesondere wird dies bei solchen Anlagen zutreffend sein, bei welchen die Umschliessungswände der Feuerzüge ganz oder teilweise durch Mauerwerk gebildet werden, dessen Fugen wohl nicht immer so sorgfältig ausgeführt werden, dass sie für Luft undurchlässig sind. Hat man daher die Verbrennungsprodukte an zwei solchen von einander entfernt liegenden Entnahmestellen untersucht, so lässt sich aus den Resultaten beurteilen, wieviel atmosphärische Luft (falsche Luft) auf dem Wege von der einen zur anderen Stelle in die Heizgase übergetreten ist und es lässt sich hieraus der Wärmeverlust[1]) berechnen, welcher durch Eintritt der falschen, nicht zur Verbrennung erforderlich gewesenen Luft herbeigeführt wurde; ferner ist man in der Lage aus dem Kohlensäuregehalte direkt hinter dem Feuer, wo also die Verbrennung eben beendet ist, den Luftüberschuss bei dieser selbst, festzustellen.

Bezeichnet z. B. K_v' den Kohlensäuregehalt an der Entnahmestelle I, K_v'' denjenigen an der Entnahmestelle II, so würden die entsprechenden Wärmeverluste durch die Abgase angenähert sein

$$q_v' = 0{,}66\,\frac{T' - t}{K_v'}$$

$$q_v'' = 0{,}66\,\frac{T'' - t}{K_v''}$$

wenn T' resp. T'' diejenige Temperaturdifferenz darstellt, welche entstanden wäre, wenn die Gase auch beim Verlassen des Kessels den an den Stellen I oder II ermittelten Kohlensäuregehalt aufgewiesen und sich nicht infolge von zuströmender kalter Luft, sondern nur infolge der Wärmeabgabe an den Kesselinhalt auf diese Temperatur abgekühlt hätten. Lag die Entnahmestelle am Ende des Kessels, so stellt die Grösse von Q_v'' den Wärmeverlust durch die Abgase und die Temperatur T'' die Abgastemperatur dar.

Der wahrscheinliche Wert der Temperatur T' würde, wenn keine Abkühlung durch hinzutretende kalte Luft eingetreten wäre, grösser ausgefallen sein, als die ermittelte Abgastemperatur T. Die rechnerische Ermittelung derselben dürfte wohl von untergeordneter Bedeutung sein und ist daher hier davon abgesehen. Roh angenähert würde man T' gleich der Abgastemperatur T setzen können, so dass man also erhält:

$$q_v' = 0{,}66\,\frac{T - t}{K_v'}$$

$$q_v'' = 0{,}66\,\frac{T - t}{K_v''}$$

demnach beträgt der Wärmeverlust, welcher durch hinzutretende falsche Luft entstanden ist, angenähert

$$q_{vf} = 0{,}66\,.\,(T - t)\left(\frac{1}{K_v''} - \frac{1}{K_v'}\right)$$

Würde z. B. ermittelt: $K_v' = 13\%$, $K_v'' = 8\%$ (am Ende des Kessels), sowie $T - t = 250^0/_0$, so würde sein

$$q_{vf} = 0{,}66\,.\,250\,.\left(\frac{1}{8} - \frac{1}{13}\right)$$

$$q_{vf} = \infty\ 7{,}9\%\ \text{des Heizwertes.}$$

Man sieht hieraus, welch grosser Wert auf eine gute Einmauerung der Dampfkessel zu legen ist.

Die Entnahme der Verbrennungsprodukte kann nun entweder kontinuierlich oder zeitweise geschehen und hiernach unterscheidet man die Apparate in solche, welche den Kohlensäuregehalt fortlaufend und in solche, welche denselben nur nach jedesmaliger Füllung in gewissen Zeitabschnitten festzustellen gestatten.

Die ersteren gründen sich auf die Gewichtszunahme der Volumeneinheit durch die entstehende Kohlensäure, die letzteren auf die Absorption der Kohlensäure oder anderer Gasarten durch bestimmte Absorptionsmittel.

[1]) In Prozent des Heizwertes.

Es muss nun ohne weiteres anerkannt werden, dass eine fortlaufende Orientierung über die Höhe des Kohlensäuregehaltes ein weit genaueres Bild von dem Arbeiten einer Feuerung giebt — vorausgesetzt, dass die Angaben an und für sich genau sind — als wenn nur eine zeitweise Feststellung möglich ist, bei welchem letzteren Verfahren man nicht immer die Gewissheit hat, einen wirklichen Mittelwert zu erhalten. Der Wunsch, jeden Augenblick die Höhe des Kohlensäuregehaltes feststellen zu können, um durch das erhaltene Resultat eine Handhabe zu besitzen, durch entsprechende Bedienung des Feuers und überhaupt der Anlage, auf die Höhe des Kohlensäuregehaltes und damit auf die Güte der Verbrennung einwirken zu können, führte zur Konstruktion verschiedener derartiger Apparate. Dieselben gestatten, durch einen Zeiger oder dergleichen auch einem Nichtfachmanne den Kohlensäuregehalt, welcher vollständig selbstthätig angezeigt wird, jederzeit abzulesen. So kann sich auch der Heizer durch einen Blick auf den Apparat von dem Stande des Feuers und dem Arbeiten seiner Anlage überzeugen und es ist ihm mithin die Möglichkeit gegeben, bei sinkendem Kohlensäuregehalte die entsprechenden Vorkehrungen zu treffen, um denselben wieder zu heben.

Ferner ist es durch besondere Vorrichtungen bei derartigen Apparaten möglich, den Kohlensäuregehalt selbstthätig aufzuzeichnen, so dass man hierdurch in der Lage ist, die Thätigkeit des Heizers zu kontrollieren, auch ohne dass letzterer persönlich überwacht zu werden braucht.

Es muss nun bemerkt werden, dass Apparate, wie sie hier ins Auge gefasst sind, verhältnismässig hohe Anlagekosten erfordern, und dass auch die Anbringung selbst mit ziemlichen Zeitverlusten verknüpft ist, so dass dieselben nur da am Platze sein können, wo man die Absicht hat, sie *andauernd* zu verwenden. Durch die unter Umständen ziemlich lange Zuleitung und durch die meist grosse Kompliziertheit derartiger Apparate kann ferner die Genauigkeit der Angaben nicht unwesentlich leiden.

Handelt es sich daher darum, den Kohlensäuregehalt möglichst genau und nur während einer gewissen Zeit zu bestimmen, so sind Apparate für kontinuierliche Anzeige nicht am Platze und man wird dann vorteilhaft zu der zweiten Art übergehen. Da diese jedoch den Kohlensäuregehalt nur in gewissen Zeitabschnitten anzeigen, so musste man bestrebt sein, den Vorteil grösserer Genauigkeit mit demjenigen kontinuierlicher Angabe — neben bequemer Transportfähigkeit des Apparates — zu vereinigen. Zur Erreichung dieses Zieles führen zwei Wege:

Entweder saugt man während der ganzen Versuchszeit ein kontinuierliches Gasvolumen in einen oder mehrere genügend grosse Behälter und untersucht diese Rauchgasmenge erst später im Laboratorium; oder man benützt mehrere einzelne Apparate, so dass immer einer derselben zur Untersuchung steht, während ein anderer gefüllt wird. Welches von beiden Verfahren anzuwenden ist, dürfte sich aus den einzelnen Fällen wohl von selbst ergeben.

Für Untersuchungen, bei welchen es nicht auf äusserste Genauigkeit ankommt, und für welche ausgedehnte Hilfsmittel und Hilfskräfte nicht zur Verfügung stehen, genügt es, wenn die Rauchgase in gewissen, möglichst kurz zu wählenden Zeitabschnitten untersucht werden, da sich ja immerhin die Zusammensetzung der Rauchgase nicht allzu rasch ändert. Um den Mittelwert aus den Untersuchungen zu erhalten, würden sämtliche Werte zu addieren und die Summe durch die Anzahl zu dividieren sein. Derartige Apparate können natürlich nur in der Hand Sachkundiger zur Ermittelung des Kohlensäuregehaltes dienen.

Im nachstehenden möge nun eine Uebersicht über die zur Bestimmung der Kohlensäure der Heizgase benutzten und in der Praxis schon zum Teil zur Einführung gebrachten Apparate folgen. Eingeteilt wurden dieselben hier darnach, ob sie das Gewichtsverhältnis (K_g) oder das Volumenverhältnis (K_v) der Kohlensäure zu den Heizgasen direkt messen. In beiden Fällen zeigt jedoch der Apparat den Kohlensäuregehalt in Volumenprozenten an, da die Skala der ersteren Art ebenfalls dementsprechend festgestellt und eingeteilt wurde.

b) Apparate, auf der Gewichtszunahme der Rauchgase durch die Kohlensäure beruhend.

Bei diesen Apparaten wird ein kontinuierlicher Strom Verbrennungsprodukte durch den Apparat geleitet und die Gewichtszunahme der im Apparate eingeschlossenen Rauchgasmenge gegenüber derselben Menge gewöhnlicher atmosphärischer Luft bestimmt. Man ist mithin in der Lage, jeden Augenblick den Gehalt der Gase an Kohlensäure abzulesen.

Werden die Volumina der Rauchgase resp. der Luft, die gegeneinander verglichen werden sollen und welche der Einfachheit wegen stets als gleich angenommen werden, mit v bezeichnet, bedeuten ferner s_L und s_G die spezifischen Gewichte der Luft und der Abgase, so ist das Gewicht der Luft

$$g_L = v \cdot s_L$$

dasjenige der Gase

$$g_G = v \cdot s_G$$

mithin beträgt die Gewichtsdifferenz bei 0° C.

$$g_D = v \ (s_G - s_L)$$

Da die Luft immer die Temperatur im Kesselhause hat, die verhältnismässig wenig schwankt, so kann s_L als gleichbleibend vorausgesetzt werden.

Das spezifische Gewicht der Abgase beträgt bei 0° $\frac{G_g}{G_v}$, bei t^0 dagegen

$$s_g' = \frac{G_g}{G_v \frac{273 + t}{273}}$$

Demnach beträgt die Gewichtsdifferenz bei t^0

$$g_D' = v \left(\frac{G_g}{G_v \frac{273 + t}{273}} - s_L \right)$$

Es betrug nun

$$G_g = 3{,}667 \ C + O_e \ (4{,}31 \ . \ \varphi - 1)$$

und

$$G_v = \frac{1{,}854 \ C}{K_v}$$

Mit diesen Werten wird

$$g_D' = v \left(\frac{[3{,}667 \ . \ C + O_e \ . \ (4{,}31 \ \varphi - 1)] \ K_v}{1{,}854 \ . \ C \ . \ \frac{273 + t}{273}} - s_L \right)$$

Hieraus ergiebt sich

$$K_v = \frac{(g_D' + v \ . \ s_L) \ . \ 1{,}854 \ C \ . \ \frac{273 + t}{273}}{[3{,}667 \ C + O_e \ (4{,}31 \ \varphi - 1)] \ . \ v}$$

Die Gewichtsdifferenz g_D' würde abhängig sein ausser von dem Volumen v, von der Zusammensetzung des betreffenden Brennstoffes, von dem Verhältnis φ, sowie von der Temperatur t der Rauchgase, welche in den Apparat eintreten.

Da auf diese Temperatur bei den Messungen an sich keine Rücksicht genommen wird, die Messskala des Apparates vielmehr nur für eine bestimmte Temperatur gilt, so liegt hierin ohne Zweifel eine Fehlerquelle. Um hieraus sich ergebende Fehler zu vermeiden, ist es daher erforderlich, die Gase mit möglichst niedriger Temperatur in den Apparat treten zu lassen, sowie letzteren vor Wärmestrahlen zu schützen. Die Apparate dürfen also nicht zu nahe dem Kessel hängen und ebenso dürfen sie Sonnenstrahlen nicht ausgesetzt sein.

1. *Die Arndtsche Gaswage.*[1])

Die *Arndt*sche Gaswage oder das Oekonometer besteht zunächst aus dem Oekonometergehäuse 1 (Fig. 3), welches an einem gut belichteten Orte so aufgehängt werden soll, dass es vom Heizerstande aus gut sichtbar, sowie vor direkter

[1]) Hergestellt von der Firma: *Wwe. Joh. Schumacher*, Köln.

Wärmestrahlung der Feuerung und auch vor direkter Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt ist. Selbstverständlich muss die Aufhängung eine entsprechend solide sein.

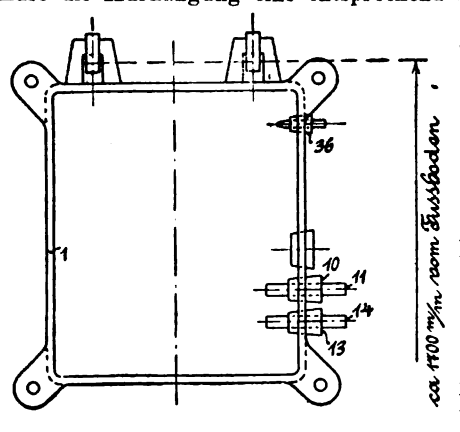


Fig. 3.
Oekonometergehäuse zur Gaswage von Arndt.

Der Hauptteil des Apparates ist die eigentliche Wage, welche aus dem Wagebalken 2 (Fig. 4), dem Wiegegefäss 3 und dem Kompensationsgefäss 4 besteht. Diese beiden Gefässe, welche in unbelastetem Zustande genau gleich schwer sein müssen, sind mittels empfindlicher Pfannen und Schneiden an dem Wagebalken aufgehängt. Das untere offene Ende des Wiegegefässes 3 ist in einen Hals 5 ausgezogen und kann sich frei in dem Glasstutzen 6 bewegen, welcher auf dem Brettchen 7 aufsitzt und den seitlichen kleinen Stutzen 8 besitzt. Ueber letzteren ist der Schlauch 9 gestülpt und

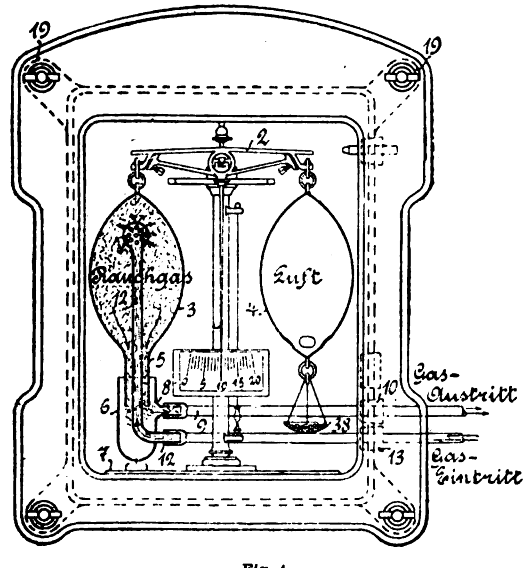


Fig. 4.
Arndts Rauchgaswage.

durch diesen steht Stutzen 8 mit der Gasableitung in Verbindung, die weiter durch eine mittels Kautschukpfropfens 10 in der Gehäusewand eingedichtete Glasröhre 11 hergestellt wird (Fig. 3).

In den Glasstutzen 6 ist das Steigrohr 12 eingeschmolzen, welches am oberen Ende mit einer kugelförmigen Erweiterung versehen ist und in das Innere des Wiegegefässes hineinragt. An dem Umfange der Erweiterung befinden sich kleine Oeffnungen, durch welche das Gas austreten kann.

Das Steigrohr 12 steht am unteren, aus dem Glasstutzen herausragenden Ende durch Gummischlauch 13 und Glasrohr 14 (Fig. 3) mit der Gaszuleitung in Verbindung. Diese letztere wird ebenfalls durch ein mittels Kautschukpfropfens in die Gehäusewand eingedichtetes Glasrohr hergestellt.

Um den ganzen Apparat und insbesondere die eigentliche Wage vor Staub und anderen Beeinflussungen zu schützen, muss das Gehäuse entsprechend verschlossen werden. Dies geschieht mittels der Glasscheibe 16, Gummidichtung 17, Deckel 18 (Fig. 5) und Schrauben 19 (Fig. 4) in der Weise, dass der schmälere Teil der Gummidichtung zwischen Glasscheibe und Kasten, der breitere Teil zwischen Glasscheibe und Deckel zu liegen kommt, da letzterer weniger eben ist, als die gehobelte Kastenschlussfläche.

Die Zu- und Ableitung der Gase geschieht durch eine Rohrleitung aus sorgfältig gerade gerichteten, 1/4" weiten Gasrohren, welche von den Gasentnahmestellen nach dem Apparate und von diesem nach dem Fuchse zurückführen. Vor dem Verlegen müssen die Rohre sorgfältig untersucht werden, ob sie vollständig rein sind. Die Verbindung der einzelnen Rohrstücke kann entweder durch sorgfältig mit Hanf und Mennige abgedichtete Muffen, oder durch Schlauchstücke erfolgen. Die Rohre müssen mit etwas Neigung verlegt werden, damit dem sich bildenden Wasser Gelegenheit geboten ist, abzulaufen.

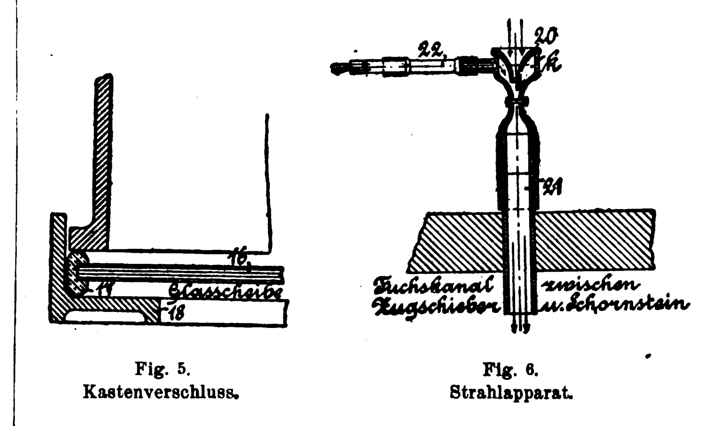


Fig. 5. Kastenverschluss.
Fig. 6. Strahlapparat.

Das Ansaugen der Gase selbst wird durch einen kleinen Luftstrahlapparat (Fig. 6) bewerkstelligt, welcher durch den natürlichen Kesselzug selbst bethätigt wird, indem durch die Düse 20 und das 3/4 Zoll weite Rohr 21 ein kontinuierlicher Luftstrom infolge der Zugwirkung des Schornsteines streicht, welche seinerseits wieder eine saugende Wirkung auf die Gase im Ableitungsrohr 22 ausübt, welch letzteres nach dem Apparate führt. Die saugende Wirkung im Rohr 22 wird dadurch hervorgerufen, dass infolge des durch die Düse 20 gehenden Luftstrahles in der Kammer *k* eine Luftverdünnung erzeugt wird, welche bewirkt, dass die Rauchgase in ununterbrochenem Strome zirkulieren.

Zur weiteren Vervollständigung und zum ordnungsgemässen Arbeiten des Apparates sind in das Gaszuströmrohr noch verschiedene kleine Neben-Apparate eingeschaltet.

Kurz vor der Vereinigung der beiden nach zwei verschiedenen Gasentnahmestellen führenden Rohre 23 und 24 (Fig. 7), deren Verbindung durch das **U**-Stück 25 hergestellt

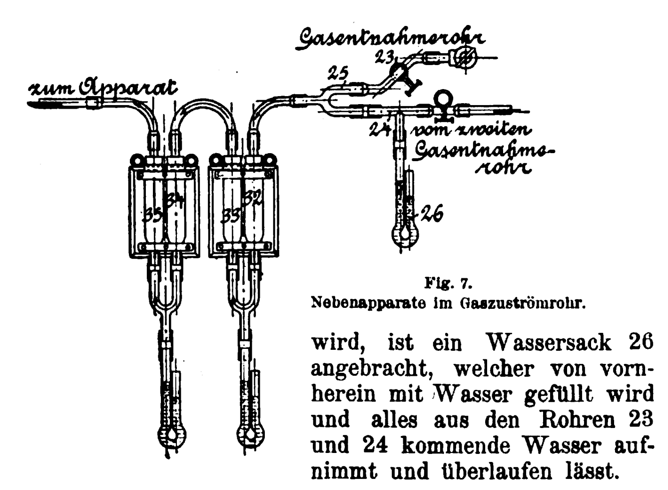


Fig. 7.
Nebenapparate im Gaszuströmrohr.

wird, ist ein Wassersack 26 angebracht, welcher von vornherein mit Wasser gefüllt wird und alles aus den Rohren 23 und 24 kommende Wasser aufnimmt und überlaufen lässt.

Das Gasentnahmerohr selbst ist durch Fig. 8 dargestellt und besteht aus einem 3/4 Zoll weiten Rohrstück 27, welches am besten aus Glas oder Porzellan besteht. Um dasselbe zeitweise von Russ und Flugasche reinigen zu können, erhält es am oberen herausragenden Ende einen abnehmbaren Verschlussstopfen 28. Die Verbindung zwischen Entnahmerohr und Gaszuleitung geschieht durch Muffe 29, in welche der Verschlussstopfen 28 mittels Kautschukringes 30 eingedichtet ist. Auf dichtes Einsetzen des Stopfens 28 und des Gasentnahmerohres in das Mauerwerk mittels Lehm oder dergl. ist besonders zu achten. Die Entnahmeröhren müssen ferner soweit in die Feuerzüge eingeführt werden — mit Ausnahme der unmittelbar hinter dem Feuer befindlichen —, dass die Rohrmündung möglichst mitten im Gasstrom liegt

(vergl. Fig. 8 und 9); keinesfalls dürfen die Röhren an einer Stelle angebracht werden, an welcher die Ablagerung von Flugasche zu befürchten ist.

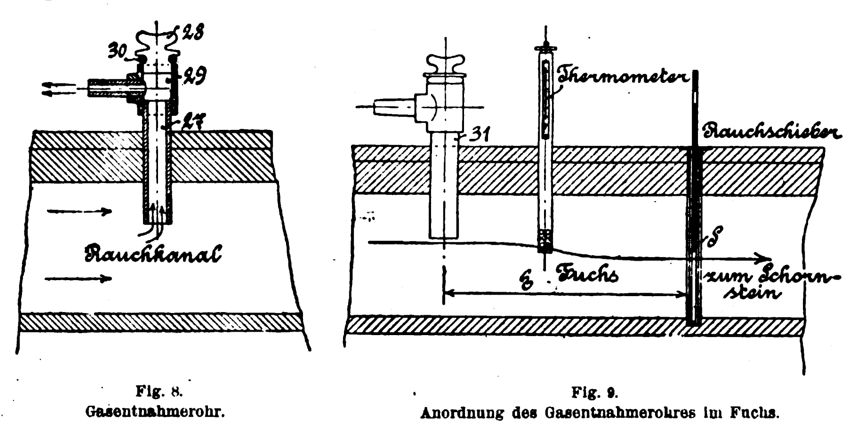


Fig. 8. Gasentnahmerohr.

Fig. 9. Anordnung des Gasentnahmerohres im Fuchs.

Bei dem Gasentnahmerohr 31 (Fig. 9) am Kesselende resp. im Fuchs, ist darauf zu achten, dass infolge der Schieberstellung der Gasstrom vor dem Schieber — wenn dieser nahezu geschlossen ist — eine Richtung nach abwärts annimmt; man führt deshalb dieses Rohr in einer entsprechenden Entfernung E vom Schieber S, in den Fuchs ein.

Um alle Unreinigkeiten und etwa noch in den Rauchgasen enthaltenes Wasser aus denselben zu entfernen, müssen die Gase mehrere Filter (32, 33, 34, 35, Fig. 7) mit darunter liegenden Wassersäcken passieren. In den Filtern 32, 33 und 34 befindet sich lose Watte (vergl. Fig. 10), während in dem vierten Filter 35 Chlorcalcium in Stücken von 10

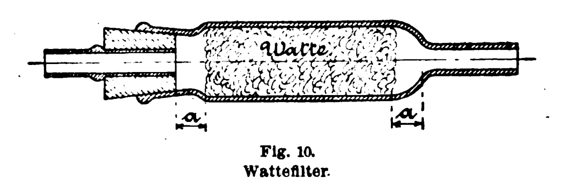


Fig. 10. Wattefilter.

bis 15 mm Korngrösse eingebracht wird und dazu dient, alles in den Gasen etwa noch enthaltene Wasser aufzunehmen und festzuhalten. Die Watte in den Filtern 32, 33 und 34 sowohl als auch das Chlorcalcium müssen von Zeit zu Zeit erneuert werden.

Eine wesentliche Bedingung für richtiges Funktionieren der Gaswage ist das Vorhandensein von reiner atmosphärischer Luft im Oekonometerkasten. Um dies zu erreichen, ist rechts oben im Kasten eine Oeffnung vorgesehen, welche mittels des Kautschukpfropfens 36 verschlossen ist (Fig. 11). Letzterer ist durchbohrt und in der Oeffnung befindet sich eine mit der Spitze nach innen gekehrte, teilweise mit Watte gefüllte Glasdüse. Durch dieselbe strömt beim Funktionieren des Apparates immer eine geringe Menge Luft, welche mit den Heizgasen durch Stutzen 10 wieder abgesogen wird und mithin ein Uebertreten von Heizgasen in den Oekonometerraum verhindert.

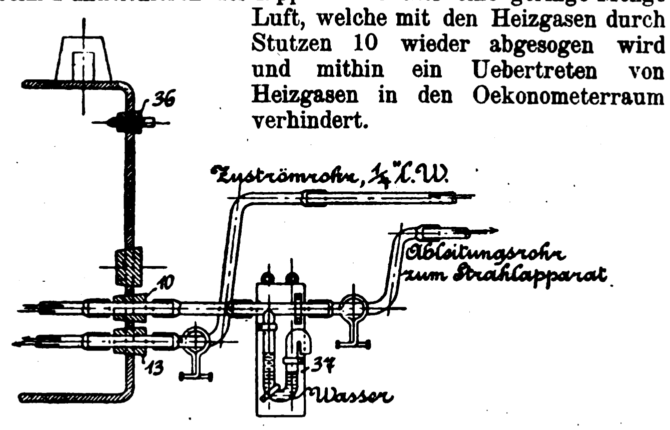


Fig. 11.

Neben Dichtheit der Gaszuleitung ist ferner ein Haupterfordernis für ein richtiges Anzeigen des Apparates, dass die Rauchgase mit nicht zu grosser Geschwindigkeit durch die Leitungen gehen, d. h. dass sie langsam in das Wiegegefäss eintreten, also keine blasende Wirkung auf dasselbe ausüben. Es ist dies sehr einfach dadurch kontrollierbar, dass man gewöhnliche Luft durch den Apparat saugt, indem man die Leitung etwa an dem U-Rohr 25 (Fig. 7) unterbricht und dass sich dann der Zeiger der Wage auf den Nullpunkt der Skala einstellen muss.

Ist dies nicht der Fall, so ist die Geschwindigkeit des zuströmenden Gases zu gross und muss dann ein künstlicher Leitungswiderstand in das Gaszuleitungsrohr eingeschaltet werden. Hierzu setzt man an beliebigen Stellen eine entsprechende Anzahl düsenartig zugespitzter Glasröhrchen und zwar mit der Spitze gegen den Gasstrom, in die Absaugeleitung ein (Fig. 12), bis der Zeiger sowohl bei Nichtbetrieb des Gebläses, als auch wenn dasselbe nur gewöhnliche Luft saugt, ruhig auf dem Nullpunkt stehen bleibt.

Zur Untersuchung auf Dichtheit der Gasleitung dient der Zugmesser 37 (Fig. 11) in der Weise, dass man die Lufteinlassdüse 36 mit dem Finger schliesst und die Schläuche dicht bei den Entnahmeröhren 23 bezw. 24 (Fig. 7) mittels der vorgesehenen Quetschhähne abquetscht, sowie ebenso

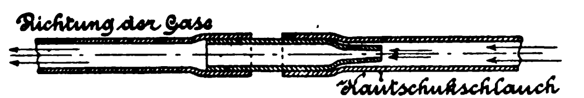


Fig. 12. Widerstandsdüse.

Schlauch 22 bei dem Strahlapparat, während im übrigen die Leitung ohne Unterbrechung bleibt. Sobald hierauf die vorher vom Schornsteinzug angesaugte Wassersäule im Zugmesser stehen bleibt, ist die Anlage dicht; andernfalls muss sie nachgedichtet werden.

Um die Wage ausbalancieren, resp. auf den Nullpunkt der Skala einstellen zu können, ist an dem unteren Ende des Kompensationskörpers 4 (Fig. 4) ein Schälchen 38 zur Aufnahme von Ausgleichsgewichten aufgehangen. Die Schneiden der Wage sind aus Stahl und vergoldet, die Pfannen der Schneiden dagegen sind aus Achat gefertigt, um sowohl eine möglichst grosse Empfindlichkeit inbezug auf Gewichtsunterschiede, als auch eine möglichst grosse Widerstandsfähigkeit gegenüber den Einflüssen der Rauchgase zu erhalten.

Die Wirkungsweise des Apparates dürfte nach dem vorstehenden unschwer zu erkennen sein. Da das Wiegegefäss 3 (Fig. 4) an dem Wagebalken gut ausbalanciert ist, so wird dasselbe, da es rings von reiner atmosphärischer Luft umgeben ist, einen Auftrieb erleiden oder es wird sinken, je nachdem ein leichteres oder schwereres Gas in das Gefäss strömt. Die im Wiegegefässe eingeschlossene und durch dasselbe zirkulierende Rauchgasmenge ist nun stets schwerer als das nahezu gleich grosse Volumen[1]) atmosphärischer Luft, welches es umgiebt und diese Gewichtsdifferenz wird sich durch Sinken des Gefässes anzeigen. Da hier ein und dasselbe Gefäss zum Abwiegen beider in Vergleich zu ziehender Volumina benutzt wird, so kann das Kompensationsgefäss von beliebiger Gestalt sein; in der That werden diese Kompensationskörper neuerdings aus einem massiven Glasstabe hergestellt.

Wie man aus der Beschreibung des Apparates ferner ersieht, müssen — wie dies allerdings bei anderen Apparaten, welche gleichfalls das Gewicht der Heizgase zur Kohlensäurebestimmung verwenden — eine ganze Reihe Bedingungen erfüllt sein, wenn der Apparat den thatsächlichen Verhältnissen entsprechende Angaben liefern soll. Es lässt sich daher sagen, dass diese und ähnliche Vorrichtungen wohl da angebracht sind, wo dieselben sorgfältig behandelt und

[1]) Wird die Wandstärke des Wiegegefässes berücksichtigt, so ergiebt sich für die atmosphärische Luft ein dieser Stärke entsprechendes grösseres Volumen. Kompensiert scheint dieser Fehler dadurch zu werden, dass im Innern des Apparates eine gewisse Luftverdünnung hergestellt werden kann.

äusserst sauber instand gehalten werden. Sie werden aber in diesem Falle ihren Zweck auch erfüllen. In Betrieben jedoch, in welchen diesen Bedingungen nicht entsprochen werden kann, dürfte der Apparat, so sinnreich derselbe auch ausgedacht sein mag, nicht angebracht erscheinen. Dies wird natürlich für alle derartigen Apparate zutreffen.

Die Angaben werden im übrigen, wie bei allen auf gleicher Basis beruhenden Vorrichtungen, bei stark schwefelhaltiger Kohle durch das Vorhandensein des mit ziemlich grossem spezifischen Gewichte behafteten Schwefeldioxyds etwas zu gross ausfallen.

Der Apparat in der vorbeschriebenen Konstruktion zeigt den Kohlensäuregehalt wohl fortlaufend an, die Angaben müssten jedoch, wenn man ein Bild des gesamten Verlaufes haben wollte, in kurzen Zeitabschnitten einzeln niedergeschrieben werden. In den meisten Fällen, z. B. zur Beurteilung der Thätigkeit des Heizers genügt es jedoch, wenn man Aufschluss über den Durchschnittskohlensäuregehalt während einiger Stunden erhält und diese Probe beliebig oft wiederholen kann. Diesem Zwecke soll das sogen. *Rauchgasmischgefäss* dienen, welches den Wert der Rauchgaswage wesentlich erhöht. Mit Hilfe dieses Rauchgasmischgefässes können seitens des aufsichtführenden Beamten in gewissen Zeitabschnitten Aufzeichnungen über die durch einen bestimmten Heizer erzielten Feuerungsresultate gewonnen werden, welche Feststellung ferner noch den Wert hat, dass der Heizer sich unter steter Kontrolle weiss und daher bemüht bleibt, mit Hilfe des Oekonometers nur beste Resultate zu erzielen. Einen weiteren Nutzen bietet das Rauchgasmischgefäss in Verbindung mit einem zweiten Strahlapparat dadurch, dass durch die Wirkung des letzteren etwa die doppelte Menge Rauchgase gegen sonst bis in die unmittelbare Nähe des Oekonometers gesaugt wird. Die Gase gehen deshalb mit doppelter Geschwindigkeit bis fast zum Apparate, wodurch ein ungefähr doppelt so rasches Anzeigen aller Aenderungen in der Feuerung erzielt wird.

Die allgemeine Gestaltung des Rauchgasmischgefässes geht bei seiner Einfachheit ohne weiteres aus Fig. 13 hervor. Der Apparat wird mit den Schlauchstutzen *g* und *h* am besten unmittelbar unter der Gaswage in die Leitung zu dieser eingeschaltet, so dass die Gase bei geöffnetem Hahn *b* direkt zur Wage gehen. Es ist bei Anbringung des Mischgefässes erforderlich, einen zweiten Strahlapparat anzuwenden, welcher durch Rohrleitung mit dem Schlauchstutzen *i* in Verbindung gesetzt wird. Dieser zweite Strahlapparat *B* saugt bei geöffneten Hähnen *a* und *d* und bei geschlossenem Hahn *c* eine gewisse Menge Gase durch den ca. 20 l fassenden Sammelbehälter *A*, welcher sich in etwa 1 bis 2 Stunden füllt. Die Gase mischen sich darin vollständig und stellen den Durchschnitt während der angegebenen Zeit dar. Der direkte Gasdurchgang zum Oekonometer und das Sammeln im Behälter findet also, wenn alle Hähne ausser *c* geöffnet werden, gleichzeitig statt.

Kann man nun bei der erstmaligen Ingebrauchnahme nach etwa zwei Stunden annehmen, dass alle Luft aus dem Behälter entfernt ist, so braucht man nur, um den Durchschnittskohlensäuregehalt zu ermitteln, die Hähne *b* und *d* zu schliessen und *c* zu öffnen, wodurch der direkte Durchgang gesperrt wird und nur noch Gase aus dem Sammelbehälter zum Oekonometer gelangen können. Das letztere zeigt den Durchschnittsgehalt dann nach 1 bis 2 Minuten an.

Zur Beobachtung des Gasdurchganges sind am Sammelgefäss Schauglasröhrchen *e* und *f* angebracht, welche, wie in Fig. 13 angedeutet, mit einem dünnflüssigen Oel zu füllen

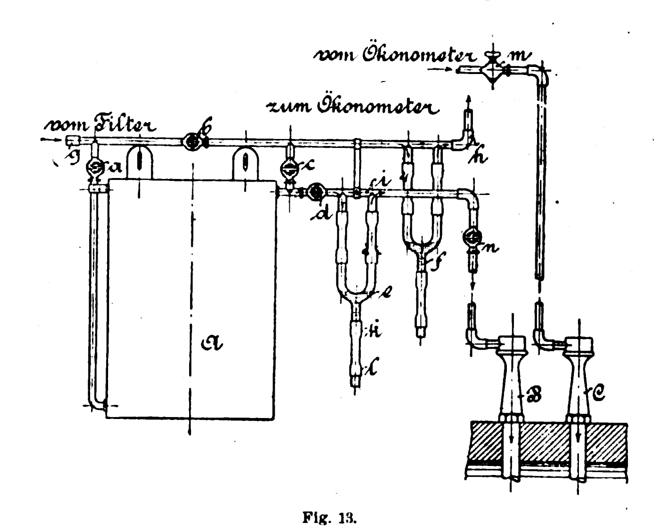


Fig. 13.

sind. An der unteren Schlauchverbindung giesst man erst etwas Wasser ein, da Oel den Gummi angreift. Der Oelspiegel ist durch Verschieben des Glasstabes *l* im Schlauch *k* einstellbar und entsprechend der Figur zu justieren, so dass alle Gase den Oelspiegel passieren müssen; etwa 60 bis 100 Blasen in der Minute entsprechen dem richtigen Durchgang. Die Regulierung erfolgt durch die Drosselhähnchen *m* und *n*, doch ist darauf zu achten, dass die Wage nicht durch zu starke Strömung beeinflusst wird (vergl. weiter oben). Hat man sich von dem richtigen Gasdurchgang vergewissert, so kann man durch Herabziehen des Glasstabes *l* den Durchgang ganz freigeben. Das Oel kann event. durch Glyzerin ersetzt werden, welches weniger rasch verdunstet, sich aber leicht verdickt und dann den Gasdurchgang erschwert.

(Fortsetzung folgt.)

Neuere Pumpen.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung v. Seite 21 d. Bd.)

Bei der stehenden Dampfpumpe von *Lamont* und *Bouthron* in Paisley sind nach *The Engineer* vom 24. Juli 1898 behufs Vermeidung der beim Hubwechsel auftretenden Stösse die Einströmkanäle schon um einen grossen Betrag geöffnet, wenn der Kolben in seine Endstellungen gelangt.

Das Steuerorgan *P* (Fig. 38) mit Kolben *T* an seinen beiden Enden und dem zwischenliegenden Schieber *S* wird durch das Hebelgestänge *E*, *F*, *H*, *K* von der Kolbenstange *C* aus derart bewegt, dass eine Ortsveränderung desselben eintritt, nachdem der Hauptkolben *B* die Mitte seines Hubes etwas überschritten hat; die Anschläge *N* sind so eingestellt, dass *P* seinen Weg vollendet hat, ehe noch der Kolben *B* die jedesmalige Endstellung erreicht.

In der aus Fig. 38 ersichtlichen Lage bewegt sich der Kolben *B* in Richtung des Pfeiles nach abwärts und das Steuerorgan *P* öffnet bald darauf den Kanal W^1 für die Ausströmung des wirksam gewesenen, sowie den Kanal *W* für die Einströmung des frischen Dampfes.

Sobald *B* bei seiner Abwärtsbewegung die Kanalöffnung *W* überdeckt hat, wird der Auspuffdampf unter dem Kolben zusammengepresst und damit ein Stoss beim Hubwechsel vermieden; gleichzeitig ist der untere Kolben *T* des Steuerorganes *P* in eine solche Stellung gelangt, dass frischer Dampf in den unteren Teil des Zylinders *R* strömt, welcher, durch den Hilfskanal V_1 in den Zylinder *A* tretend, auf die Bewegung des Kolbens *B* von unten nach oben so lange einwirkt, bis die Oeffnung *W* im Schieberspiegel freigelegt ist. Die Einströmung ist dann eine vollkommene.

Ueber die Wirtschaftlichkeit des Betriebes einer mit zwei Zylindern nach dem Verbundsystem arbeitenden stehenden

Wasserhaltungsmaschine — sogenannte kornische Maschine — der *Basset Bergwerke* in Cornwall (England), berichtete *H. Davey* in der am 14. Juni 1900 in London stattgefundenen Hauptversammlung der Institution of Mining Engineers.

Wie die den Veröffentlichungen der genannten Vereinigung entnommene Abbildung (Fig. 39) erkennen lässt, sind Hochdruckzylinder *A* und Niederdruckzylinder *B* von 1016 bezw. 2032 mm Durchmesser und 2743 bezw. 3048 mm Hub nach dem bei kornischen Maschinen üblichen System der

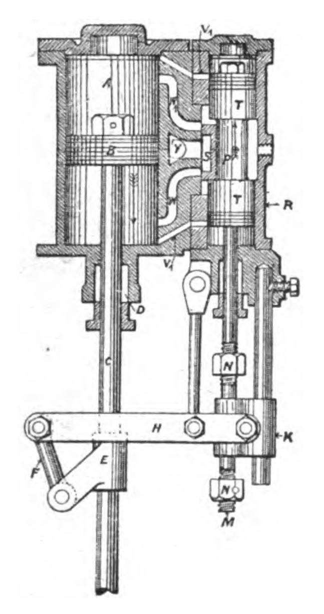


Fig. 38.
Steuerung zur Dampfpumpe von Lamont und Bouthron.

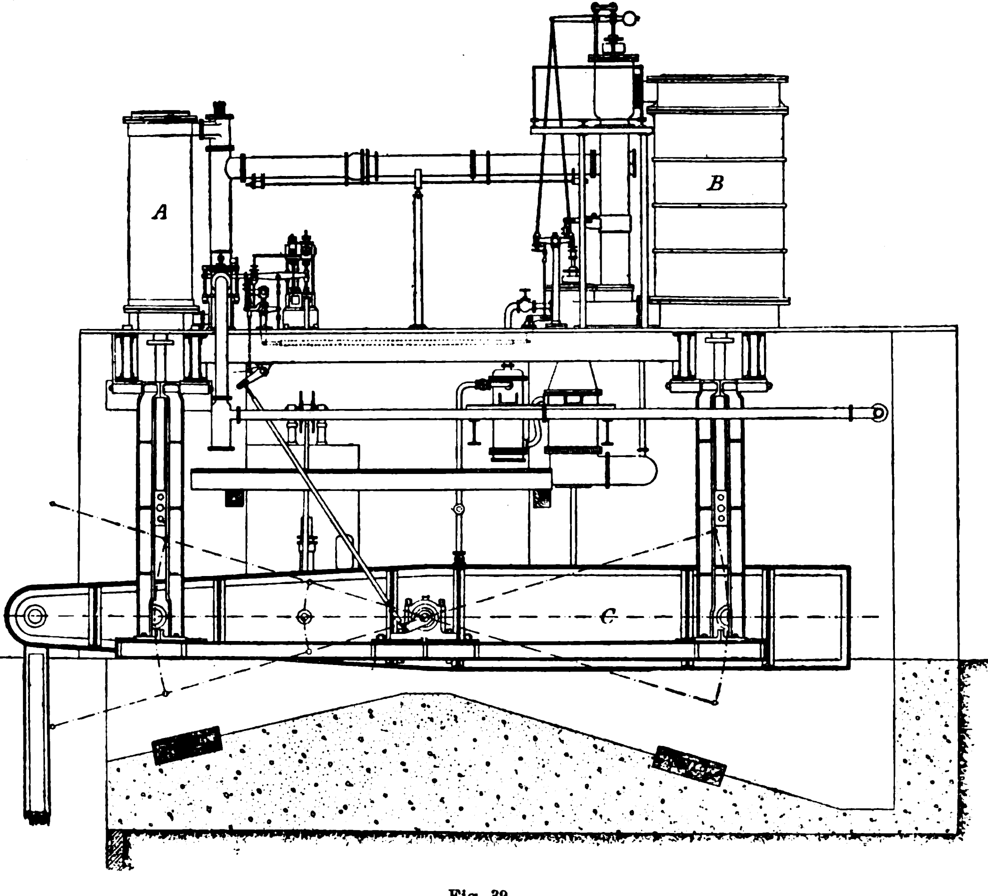


Fig. 39.
Wasserhaltungsmaschine der Basset Bergwerke.

Dampfverteilung als *einfachwirkende* Zylinder ausgeführt. Ihre Kolben arbeiten auf einen aus Stahlblechen hergestellten Balancier *C* in der Weise, dass der eine Kolben seinen Aufwärtshub vollführt, wenn sich der andere Kolben nach abwärts bewegt. An dem auf der Hochdruckseite verlängerten äusseren Ende des Balanciers greift das nach den Pumpen führende Gestänge an. Das innere Ende des Balanciers ist zur Aufnahme von Gegengewichten kastenförmig ausgebildet.

Die Pumpenplunger haben 457 mm Durchmesser und 3960 mm Hub. Sie fördern z. Zt. auf etwa 305 m Gesamthöhe; hierbei entwickelt die Maschine eine Leistung von 355 PS_i bei 8 Hüben in der Minute. Der Kesseldruck beträgt 10,5 $^{kg}/_{qcm}$. Dampfverbrauchsversuche sind an der Maschine bisher noch nicht angestellt worden; ihr Kohlenverbrauch ist jedoch nur etwa halb so gross, als derjenige einer guten kornischen einzylindrigen Pumpmaschine desselben Bergwerkes, die unter ähnlichen Verhältnissen arbeitet. Bei einem angenommenen Wirkungsgrade von 60 Prozent und 10facher Verdampfung würde die Maschine nur etwa 6,03 kg Dampf von 10,5 $^{kg}/_{qcm}$ Kesselspannung für 1 $^{PS_i}/_{Std.}$ erfordern. Aeltere Pumpmaschinen mit Balancierantrieb sind in Revue de Mécanique, Juni 1897, beschrieben. Von diesen zeigen die Pumpmaschinen der städtischen Wasserwerke zu Birmingham und Luton bemerkenswerte Konstruktionseinzelheiten.

Die nach Angaben des Ingenieurs *Gray* der Wasserwerksverwaltung zu Birmingham von *J. Watt & Co.*, ebendaselbst, erbaute Pumpe hat einen Dampfzylinder mit 1520 mm Durchmesser und 3350 mm Hub; die mittlere Kolbengeschwindigkeit beträgt 0,670 m — entsprechend 6 Hüben in der Minute. Der Oberflächenkondensator hat 250 gezogene eiserne Rohre. Der Dampf tritt mit einer Spannung von ungefähr 3,6 $^{kg}/_{qcm}$ in den Zylinder.

Der ungleicharmige gusseiserne Balancier hat eine gesamte Länge (Entfernung zwischen den Mitten der äussersten Zapfen) von 9,930 m.

Die Maschine betreibt eine einfachwirkende Hubpumpe und eine doppeltwirkende Druckpumpe. Die erstere, deren Gestänge am äussersten Ende des kleineren Balancierarmes angreift, hat 510 mm Durchmesser und 3050 mm Hub; sie ist auf der Schachtsohle aufgestellt und hebt das Wasser bis zur Schachtmündung auf etwa 44 m. Die Druckpumpe von 420 mm Durchmesser und 2140 mm Hub drückt das gehobene Wasser auf weitere 67 m Höhe.

Die mittleren Kolbengeschwindigkeiten der Pumpen betragen 0,61 bezw. 0,43 $^{m}/_{Sek.}$

Fig. 40 und 41 zeigen die Anordnung des Kolbens und des Saugventils der Hubpumpe. Die Kolbenliderung besteht aus einem 9 mm starken Guttaperchabring. Die Ventile werden durch eine Anzahl etagenförmig übereinander gestellter, gusseiserner Zylinder von abnehmenden Durchmessern gebildet, deren gebohrte Löcher von 19 mm starken Kautschukzylindern bedeckt gehalten werden. Die doppeltwirkende Druckpumpe und ein zugehöriges Ventil sind in Fig 42 und 43 dargestellt. Letzteres entspricht dem Saugventil der Hubpumpe; es besteht aus 4 Zylindern, deren Durchmesser nach oben um je 50 mm abnehmen. Jeder Zylinder hat 4 Reihen Löcher von je 16 mm Bohrung, die 32 mm von einander entfernt liegen. Der Durchgangsquerschnitt dieser Ventile ist gleich dem halben Kolbenquerschnitt.

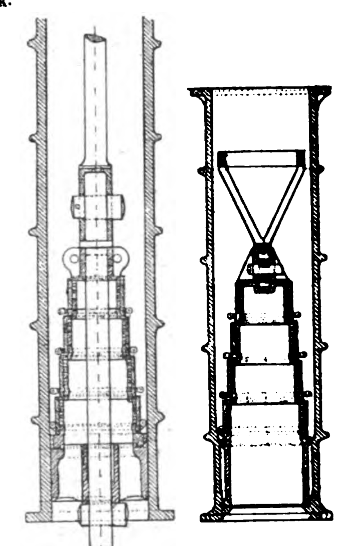


Fig. 40. Fig. 41.
Kolben und Saugventil der Pumpe von Gray.

Die Maschine fördert ungefähr 3 cbm in der Minute. *Hathorn, Davey & Co.* in Leeds lieferten für das Wasserwerk

in Luton eine stehende Verbundmaschine mit Balancier, deren zwei zugehörige Pumpen mit Pumpenkolben arbeiten, die direkt mit den Kolbenstangen der beiden Dampfzylinder gekuppelt sind.

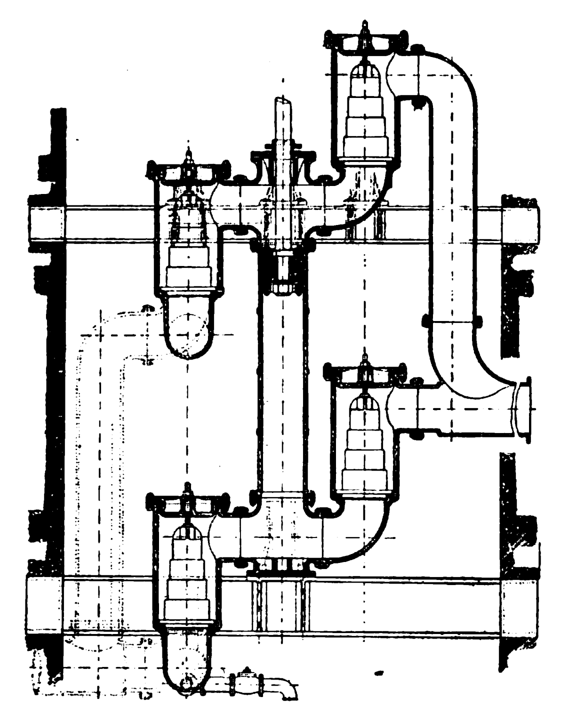


Fig. 42.
Doppeltwirkende Druckpumpe von Gray.

Die Zylinder haben 700 bezw. 1400 mm Durchmesser und 1830 mm gemeinsamen Kolbenhub. Der Dampf tritt mit einer Spannung von etwa 4,5 $^{kg}/_{qcm}$ in die Maschine und wird hier durch entlastete Schieber verteilt. Zur Verdichtung des Abdampfes dient ein Oberflächenkondensator mit 334 Rohren von je 25 mm Durchmesser. Ein Wechselventil gestattet das Ausströmen des Abdampfes ins Freie, so dass die Maschine auch ohne Kondensation arbeiten kann. Die beiden Dampfkolben bewegen sich in entgegengesetztem Sinne zu einander; die geeignete Verbindung ihrer Bewegungen vermittelt ein aus 3 Schwinghebeln zusammengesetztes Parallelogramm (Fig. 44.)

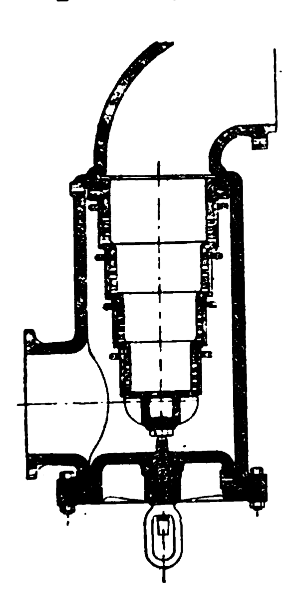


Fig. 43.
Druckventil zur Pumpe von Gray.

Die Kolbenstange jedes Dampfzylinders greift an dem inneren Ende eines kleinen Balanciers an, dessen Schwingachse am grossen zentralen Balancier festgelegt ist, während das äussere Ende des ersteren durch eine Stange mit einem Punkte des Maschinengestells unveränderlich verbunden ist. Die Stangen der Dampfkolben und Pumpenplunger führen jetzt gleiche, parallel gerichtete Bewegungen, aber in entgegengesetztem Sinne zu einander, aus.

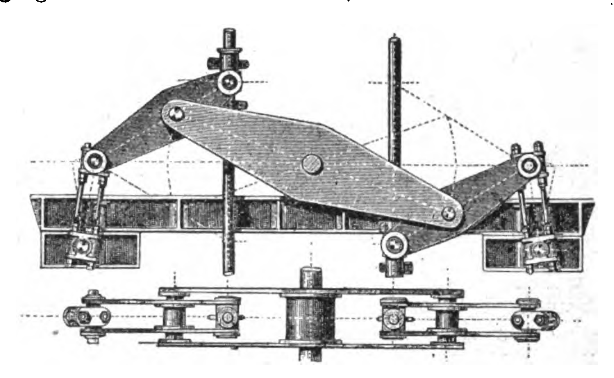


Fig. 44.
Teil der Verbundmaschine von Hathorn, Davey & Co.

Die Plunger haben 478 mm Durchmesser und 1880 mm Hub; ihre Stangen sind behufs Ausgleichung der bewegten Massen mit Gegengewichten armiert. Die Saughöhe variiert von 6,60 bis 7,80 m, je nach der Höhe des Wasserspiegels im Schacht. Die Druckhöhe beträgt 68,60 m.

Zwei neuere stehende Press-Pumpmaschinen zur Erzeugung von Kraftwasser für hydraulische Ziehbänke und Pressen der *Pope Manufacturing Co.* in Hartfort, Conn., wurden nach American Machinist vom 20. Oktober 1898 von der Firma *Fraser & Chalmers* in Chicago ausgeführt. Jede dieser Maschinen ist als Dreifach-Expansionsmaschine mit Corlisssteuerung für 9,5 Atm. anfänglichen Dampfdruck gebaut. Die Zylinder haben 482, 813 und 1245 mm Durchmesser für 762 mm gemeinsamen Hub; ihre Kolben treiben, wie Fig. 45 und 46 erkennen lassen, je einen einfach wirkenden Pumpenplunger von 146 mm Durchmesser, der direkt mit dem Kreuzkopf verbunden ist. Letzterer ist durch je zwei Schubstangen, zwischen denen die Pumpenzylinder liegen, mit der gekröpften Kurbelwelle verbunden.

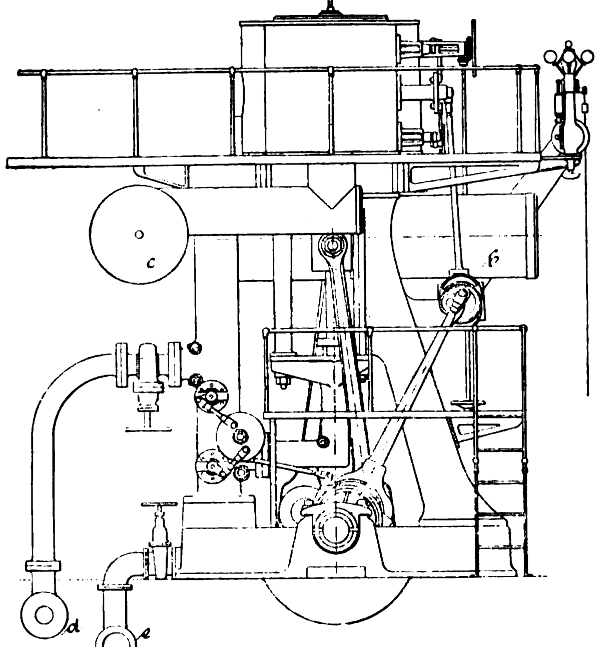


Fig. 45.

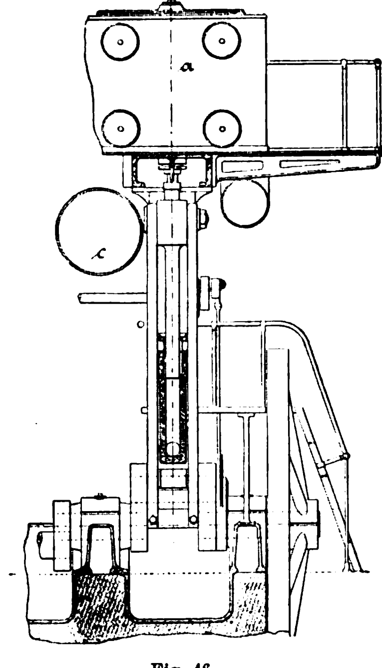


Fig. 46.

Stehende Press-Pumpenmaschine von Fraser & Chalmers.

Die Pumpenzylinder sind einerseits an die Ventilkasten, andererseits durch eine Hängesäule an das obere Traggussstück angeschlossen, welches zwischen die Zylinder und die Säulenunterstützung eingelegt ist. Die Ventilkasten bilden zugleich eine Unterstützung für die Dampfzylinder. Die Pumpenventile, Bauart *Riedler,* sind mit Stulpdichtung und

wie Fig. 45 erkennen lässt, mit zwangläufiger Schlussbewegung versehen. Die Pumpen wurden für einen höchsten Betriebsdruck von 84 Atm. gebaut, der jedoch bald auf 102 Atm. erhöht wurde. Trotzdem arbeitet die Maschine seit Januar 1896 anstandslos.

In den oberen Teil der Ventilkasten eingehängte Windzylinder, in denen sich ein Kolben mit selbstthätiger Dichtung bewegt, werden von einer Westinghouse-Luftpumpe selbstthätig mit Luft versorgt. Die Bewegung dieses so gebildeten Akkumulators wird zur Geschwindigkeitsregelung der Maschine benutzt.

Der Hoch- und Mitteldruckzylinder haben einfache, je mit einem einzelnen Exzenter angetriebene Ausklinksteuerung, während die zwangläufige Steuerung des Niederdruckzylinders durch zwei Exzenter bethätigt wird. Der Antrieb geschieht bei sämtlichen Corlissscheiben mittels Kugelexzenter und Kugelzapfen von einer gemeinsamen Vorgelegewelle aus, die ihrerseits von der Hauptmaschinenwelle durch zwei um 90° versetzte Exzenter angetrieben wird. Die Maschinen arbeiten mit etwa 80 Umdrehungen in der Minute und es haben insbesondere die gesteuerten Pumpenventile allen Anforderungen entsprochen.

Eine ausführlichere Beschreibung dieser Maschine findet sich in „Schnell-Betrieb" von *A. Riedler*.

Die nachstehenden Beschreibungen einiger grösserer, vertikaler und horizontaler Pumpmaschinen für Wasserversorgungs-Anlagen englischer und amerikanischer Städte sind Revue de Mécanique, September und November 1897 entnommen.

Die von *Easton, Anderson* und *Goolden* in Erith erbaute stehende Pumpmaschine des Wasserwerkes zu Leicester ist, wie auch The Engineer, Dezember 1895, berichtet, eine Dreifach-Expansionsmaschine mit *Meyer*-Steuerung an jedem Zylinder. Letztere lässt sich von Hand derart einstellen, dass die Zylinderfüllungen für die Aufwärts- und Abwärtshübe gleich gross ausfallen. Die Zylinder sind von Dampfmänteln umgeben. Die Plungerkolben der unterhalb der Dampfzylinder liegenden Pumpen werden von den Kolbenstangen der ersteren direkt mitgenommen, wobei die Kolbenstange des Hochdruckzylinders sich in entgegengesetztem Sinne zu den beiden anderen Stangen bewegt. Die einfach wirkenden Pumpen haben ein gemeinsames Saug- und Druckrohr; ihre Ringventile sind, wie auch die zugehörigen Sitze, aus Kanonenmetall gefertigt.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Durchmesser des Hochdruckzylinders . . .	425	mm
„ „ Mitteldruckzylinders . . .	675	„
„ „ Niederdruckzylinders . .	1100	„
Gemeinsamer Kolbenhub	900	„
Dampfspannung	9,4	Atm.
Durchmesser der Pumpenplunger	312	mm

Die Maschine macht 25 Umdrehungen in der Minute und leistet hierbei etwa 150 PS_i. Die gesamte Förderhöhe beträgt 115 m.

Zur Wasserversorgung von Colchester dienen zwei vertikale Dreizylinder-Verbund-Pumpmaschinen, die wie die vorbesprochene Maschine von *Eastson, Anderson* und *Goolden* in Erith erbaut sind.

Die direkt über dem Brunnenschacht aufgestellten Maschinen können stündlich 310 bis 320 cbm Wasser auf 75 m heben. Sie haben je einen Hochdruckzylinder von 350 und zwei Niederdruckzylinder von je 500 mm Durchmesser für 912 mm gemeinsamen Hub. Die zwei Schwungräder tragende Kurbelwelle liegt über den Dampfzylindern; sie führt sich in aufgesetzten Lagern der A-förmigen Gestelle.

Die Stangen der Pumpenplunger von 206 mm Durchmesser und ebenfalls 912 mm Hub sind mit denjenigen der Dampfkolben direkt gekuppelt. Das Pumpengehäuse hat 288 mm Durchmesser. Zu jeder Maschine gehört noch eine Luftpumpe von 225 mm Durchmesser und 912 mm Hub, ferner ein Oberflächenkondensator mit 22,95 qm Kühlfläche.

Die Ergebnisse achtstündiger Dauerversuche sind nachstehend gegeben.

Mittlere Umdrehungszahl in der Minute .	31,5	
„ Spannung des Kesseldampfes .	9,4	Atm.
„ Luftleere	650	mm
Gesamte Förderhöhe	70	m
Mittlere Einströmspannung im Hochdruck-Zylinder	8,5	Atm.
Mechanischer Wirkungsgrad	0,85	
Verdampfungsziffer des Brennmaterials .	12,13	
Nutzleistung von 1 kg Kohle	285 000	mkg

Die Wasserwerkspumpen der Stadt Kalamazoo (Nordamerika) sind nach der Bauart *Gaskill* einfachwirkende, von einer stehenden Verbundmaschine betriebene Plungerpumpen. Die Dampfzylinder von 450 bezw. 900 mm Durchmesser und 750 mm Hub arbeiten mit Corlissschiebern und einem anfänglichen Dampfdruck von etwa 6 Atm. Die Verdichtung des Abdampfes geschieht in einem Einspritzkondensator.

Ein zwischen den Dampf- und Pumpenzylindern gelagerter, aus zwei 30 mm starken Stahlblechen gebildeter Balancier von elliptischer Gestalt dient zur Uebertragung der bezüglichen Bewegungen.

Die auf der Kurbelwelle sitzenden beiden Schwungräder von 3050 mm Durchmesser wiegen je 3600 kg.

Die Plunger der einfachwirkenden Pumpen haben 500 mm Durchmesser und 748 bezw. 749 mm Hub. Jede Pumpe hat 4 Reihen von 91 kleinen Kautschukventilen, d. h. 364 Saug- und Druckventile von je 44 mm Durchmesser und 8 mm Hub. Der Durchmesser der Ventilsitze beträgt 33 mm.

Die Maschine macht 25 bis 26 Umdrehungen in der Minute — entsprechend einer Plungergeschwindigkeit von 0,60 m/Sek.; sie fördert hierbei in der Minute etwa 9,5 cbm auf 36 m Höhe.

Die Wasserversorgung der Stadt Kimberley in der britischen Kapkolonie erfolgt durch eine vertikale Verbund-Pumpmaschine, die das Wasser des Vaalflusses auf etwa 20 m Höhe fördert und aus zwei horizontalen Maschinen, die es einer in grösserer Entfernung und um noch 210 m höher gelegenen Entnahmestelle zuführen.

Die vertikale Maschine mit oben liegender Kurbelwelle hat Zylinder von 400 bezw. 650 mm Durchmesser und 625 mm Hub. Die Dampfverteilung der Zylinder erfolgt durch je eine *Meyer*-Steuerung; ihre Kolbenstangen sind mit denjenigen der doppeltwirkenden Pumpen von je 425 mm Durchmesser und 625 mm Hub direkt gekuppelt.

Die von *Worth Mackenzie & Co.* für die städtische Wasserwerksanlage zu Hartlepool (England) erbaute Zwillings-Verbundpumpmaschine hat auf jeder Seite zwei in Tandem übereinander liegende Zylinder von 500 bezw. 900 mm Durchmesser und 915 mm Hub. Die Dampfverteilung jedes Zylinders regelt eine *Meyer*-Steuerung mit von Hand einstellbarer Füllungsänderung der Hochdruckzylinder. Die Spannung des Kesseldampfes beträgt 5,2 Atm.

Die mit einem Futter aus Phosphorbronze ausgebüchsten Zylinder der doppeltwirkenden Pumpen haben 453 mm Durchmesser. Zu jeder Pumpe gehören zwei Ventilkasten, die je 9 Saug- und 9 Druckventile von 18 mm Hub aufnehmen.

In Anbetracht der bedeutenden Saughöhe (nahezu 9 m) und da die Pumpen weit vom Schacht entfernt liegen, sind sie mit zwei grossen Saugwindkesseln von je 600 mm Durchmesser und 2400 mm Höhe ausgerüstet.

Ein dritter, in das gemeinsame Druckrohr eingeschalteter Windkessel hat 1050 mm Durchmesser und 3300 mm Höhe; zugleich bilden die domartigen Aufsätze der Ventilkasten geeignete Luftbehälter.

Zufolge der getroffenen Einrichtung lassen sich mittels dieser Pumpmaschine einerseits 600 cbm Wasser auf 33 m, andererseits 30 cbm auf 120 m Höhe stündlich fördern. Die Maschinen laufen mit ungefähr 21 minutlichen Umdrehungen — entsprechend einer Geschwindigkeit der Pumpenkolben von 0,64 m/Sek.; sie entwickeln hierbei eine Leistung von 136 PS_i.

Angestellte Versuche ergaben den mechanischen Wirkungsgrad der Maschine zu 0,834.

Bei der stehenden Dreifach-Expansionspumpmaschine von *Gaskill* (Fig. 47) kann der Dampf ohne Zwischenschaltung besonderer Aufnahmen direkt aus einen Zylinder in den anderen überströmen.

Zu dem Zwecke führen die Kolben *a* und *b* des Hochdruck- und Niederdruckzylinders gleichgerichtete Bewegungen

aus, während der Kolben *c* des Mitteldruckzylinders sich in entgegengesetztem Sinne hierzu bewegt. Die Dampfverteilung der Zylinder wird durch Corlissschieber geregelt. Ein dreiarmiger Schwinghebel *d* bringt die mit den Plungerkolben der beiden Pumpen direkt gekuppelten Stangen der Kolben *c* und *b* miteinander in Verbindung, während die Bewegungen des Hochdruckkolbens *a* mittels eines zweiarmigen Schwinghebels *e* und der Kuppelstange *f* auf den Schwinghebel *d* übertragen werden. An letzteren greift ferner die nach einer Kurbel der Schwungradwelle führende Lenkstange *g* an. Die einfach wirkenden Plungerpumpen haben gemeinsames Saug- und Druckrohr. Die Ventilkasten mit einer grossen Anzahl kleiner Ventile entsprechen denjenigen der Wasserwerkspumpe der Stadt Kalamazoo.

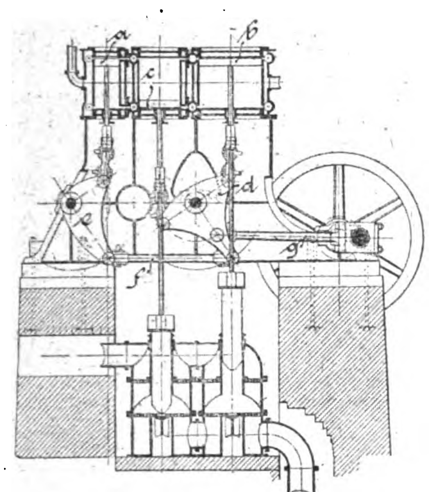


Fig. 47.
Dreifach-Expansionspumpmaschine von Gaskill.

Die einer Schiffsmaschine nachgebildete Pumpmaschine der Station Waltham Abbey der Wasserwerksgesellschaft von East London ist von *Richardson and Sons* in Hartlepool erbaut.

Die mit dreifacher Expansion des Dampfes und Oberflächenkondensation arbeitende Maschine hat ummäntelte Zylinder von 455,775 und 1300 mm Durchmesser für 763 mm Hub. Die anfängliche Dampfspannung beträgt 11,2 $^{kg}/_{qcm}$.

Die durch Lenkstangen mit den Kolbenstangen verbundenen Plunger der unter Maschinenflur aufgestellten einfachwirkenden Pumpen haben 300 mm Durchmesser.

Versuche, die *Bryan* anstellte, ergaben eine Leistung von 160 PSi, einen Dampfverbrauch von 6,2 kg für 1 $^{PSi}/_{Std.}$ und einen mechanischen Wirkungsgrad von 0,881.

Die von der *Allis Co.* in Milwaukee nach den Plänen ihres Ingenieurs *Ed. Reynolds* für die Wasserwerksanlage in Alleghany (Pennsylvanien) gelieferten beiden Pumpmaschinen sind stehende Verbundmaschinen mit je drei Zylindern. Der Hochdruckzylinder von 784 mm Durchmesser ist inmitten der beiden Niederdruckzylinder von je 1088 mm Durchmesser angeordnet. Der gemeinsame Hub beträgt 915 mm. Die Kolben arbeiten auf eine 305 mm starke Welle mit um 120° gegenseitig versetzten Kurbeln, die ausserdem zwei je 9000 kg schwere Schwungräder von 4880 mm Durchmesser trägt. Zylinder und Zwischenbehälter sind von Dampfmänteln umgeben. Zur Dampfverteilung dienen Corlissschieber, die beim Hochdruckzylinder unter dem Einflusse eines Zentrifugalreglers stehen. Eine Füllungsänderung der Niederdruckzylinder ist von Hand möglich. Die Anfangsspannung des Dampfes im Hochdruckzylinder beträgt etwa 7,5 $^{kg}/_{qcm}$. Die unmittelbar unter den Zylindern liegenden Pumpen werden von den verlängerten Kolbenstangen der ersteren aus betrieben. Die Pumpenplunger von je 623 mm Durchmesser sind massiv ausgeführt; ihr Gewicht, sowie dasjenige des Antriebmechanismus beträgt etwa die Hälfte desjenigen der gehobenen Wassersäule. Infolgedessen ist die von den Dampfkolben zu verrichtende Arbeit bei Aufwärts- und Abwärtsbewegung die gleiche. Fig. 48 und 49 zeigen die zur Pumpe gehörigen Doppelsitzventile.

Die Saug- bezw. Druckrohre haben 759 bezw. 759 und 915 mm Durchmesser; ihre Länge beträgt 9,150 bezw. 205 m. In die Leitungen eingeschaltete Schieber ermöglichen die Abstellung des einen oder anderen Saug- bezw. Druckrohres.

Jede Maschine soll nach den Lieferungsbedingungen mit einem Brennmaterialverbrauch von 0,933 für 1 $^{PS}/_{Std.}$ — ausgedrückt in gehobenem Wasser — stündlich 9500 cbm auf 67 m Höhe fördern.

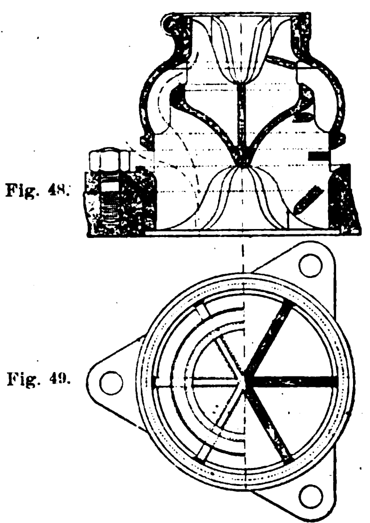


Fig. 48. Fig. 49.
Doppelsitzventile zur Pumpe von Reynolds.

Die Ergebnisse von Versuchen, die Professor *Greene* s. Zt. anstellte, sind nachstehend gegeben:

Anzahl der minutlichen Umdrehungen	15,4
Gesamte Förderhöhe	70,60 m
Anfängliche Dampfspannung im Hochdruck-Zylinder	7,67 Atm.
Dampfspannung im Zwischenbehälter	1,69 „
Luftleere im Kondensator	636 mm
Expansion im Hochdruckzylinder	3,12
Expansion in beiden Niederdruckzylindern	5,71
Gesamtexpansion	17,84
Leistung	258 PSe
Temperatur des Speisewassers	42° C.
Verbrauch an Speisewasser für 1 $^{PS}/_{Std.}$	8,41 kg
Brennmaterialverbrauch (unter Annahme zehnfacher Verdampfung) für 1 $^{PS}/_{Std.}$	0,84 „
Nutzleistung von 1 kg Brennmaterial	321 400 mkg

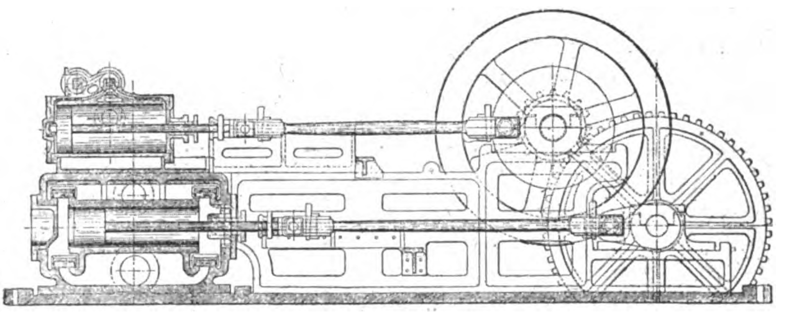


Fig. 50.

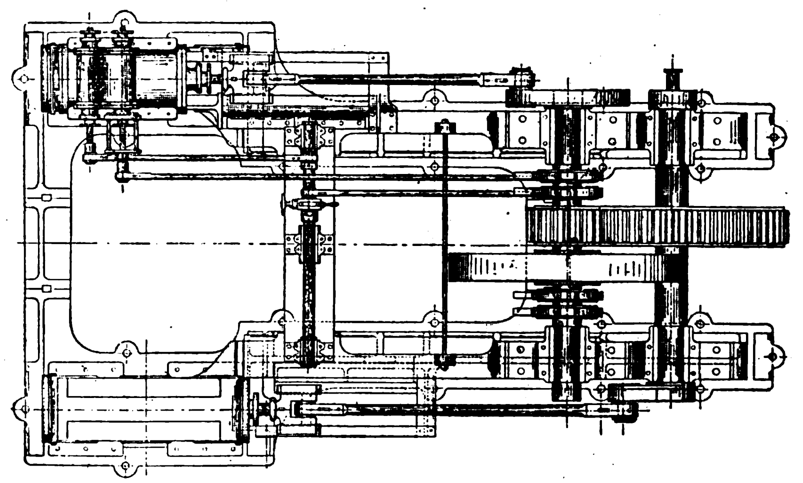


Fig. 51.
Liegende Zwillingsdampfpumpe, Bauart Martin, der Cuyahoga Steam Furnace Co.

Die Nutzleistung der Dampfmäntel schätzt Prof. *Greene* auf etwa 10 Prozent.

Die von der *Cuyahoga Steam Furnace Co.* in Cleveland nach Angaben des Ingenieurs *Martin* erbaute liegende Zwillings-

dampfpumpe liefert mit Anwendung grosser Kolbengeschwindigkeiten und weitgehendster Expansion des Arbeitsdampfes verhältnismässig grosse Wassermengen bei höchster Wirtschaftlichkeit des Betriebes.

Fig. 50 und 51 zeigen die Bauart der Pumpe.

Die Kolben der auf den Pumpenkörpern befestigten Dampfzylinder arbeiten mittels Lenkstangen auf die um 90° gegenseitig versetzten Kurbeln einer Schwungradwelle, die ein Getriebe trägt, welches mit dem auf einer zweiten, der ersteren parallel gelagerten Welle sitzenden Zahnrade in Eingriff steht. Auf den Enden der letztgenannten Welle befestigte Kurbeln bethätigen mittels angreifender Lenkstangen etc. die Kolben der unter den Dampfzylindern liegenden Pumpen.

Zufolge der getroffenen Anordnung kann die Dampfmaschine mit einer für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes verhältnismäsig hohen Kolbengeschwindigkeit arbeiten, ohne dass diejenige der Pumpen einen übermässig hohen Wert erreicht.

Erstere beträgt bei einer ausgeführten derartigen Pumpmaschine 2,75, letztere nur 0,83 m in der Sekunde; hierbei wird das Wasser auf eine Höhe von etwa 300 m gedrückt.

Zur Dampfverteilung der Zylinder dienen je zwei von Exzentern der Hauptwelle bewegte Corlisshähne. Die Pumpenventile sind einfache mit Metallbeschlägen armierte Scheiben aus weichem Ahornholz, die sich in entsprechenden Führungen bewegen. Derartige Ventile arbeiten auch bei erheblichen Druckhöhen völlig geräuschlos und sollen 5 Jahre und länger im brauchbaren Zustande verbleiben; ihre Erneuerung ist übrigens einfach und billig.

Eine derartige Pumpmaschine der *Cleveland Roelling Mill* hat folgende Hauptabmessungen:

Durchmesser des Dampfzylinders .	375 mm
Kolbenhub	750 „
Minutliche Umdrehungszahl . . .	62
Geschwindigkeit der Pumpenkolben	0,65 m/Sek.
Dampfspannung	4,5 Atm.

Der Erfinder garantiert eine mittlere Nutzleistung der Pumpe von 255000 mkg für 1 kg Brennmaterial oder, was diesem gleichkommt, einen Brennmaterialverbrauch von 1,05 kg für 1 PS/Std., gemessen in gehobenem Wasser.

(Fortsetzung folgt.)

Zusammenhang zwischen der kinetischen und der Vibrations-Theorie der Gase.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Physiker.

(Fortsetzung von S. 804 Bd. 317.)

II.

Aus der *Sellmeier*schen Grundgleichung

$$A\,V = Q = A\,(n^2 - 1)\,.\,\frac{1}{2}\,m'\left(\frac{2\,\pi\,a'}{\tau}\right)^2$$

$$= (n^2 - 1)\,.\,\frac{1}{2}\,m'\,c^2\,A \quad . \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (I)$$

erhält man durch Division mit dem Atom- oder Molekulargewicht M die entsprechende Beziehung für die Gewichtseinheit

$$\frac{A\,V}{M} = Q = c\,p\,T = \frac{n^2 - 1}{M}\,.\,\frac{1}{2}\,m'\,c^2\,A \quad . \;. \quad (II)$$

worin $\frac{2\,\pi\,a'}{\tau} = c$ (1) die Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Hieraus folgt

$$m' = \frac{2\,c\,p\,.\,M\,T}{A\,(n^2 - 1)\,c^2} \quad . \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (2)$$

für Luft also bei 0° C. durch Einsetzen der Werte der auf der rechten Seite stehenden bekannten Grössen

$$m' = 2{,}4\,.\,10^{-12}$$

Bezeichnet man nun die mittlere Geschwindigkeit der schwingenden Körpermoleküle mit v, so ist die lebendige Kraft der Moleküle eines Kilogramms Luft bei 0° C. und konstantem Druck durch die Gleichung gegeben

$$c\,p\,T = \frac{1}{2}\,A\,.\,\frac{v^2}{9{,}81} \quad . \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (3)$$

also

$$v = \sqrt{\frac{2\,c\,p\,T\,.\,9{,}81}{A}} \quad . \;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (4)$$

folglich erhält man durch Einsetzen der Zahlenwerte

$$v = \sqrt{2\,.\,425\,.\,0{,}2375\,.\,273\,.\,9{,}81} = \mathbf{735}\ \text{m}$$

während für die Zustandsänderung bei konstantem Volumen sich

$$v = \sqrt{2\,.\,425\,.\,0{,}1686\,.\,273\,.\,9{,}81} = \mathbf{620}\ \text{m}$$

ergiebt. Der zuletzt gefundene Wert von v ist erheblich grösser, als der von *Clausius* für die Molekulargeschwindigkeit der Luft bei 0° aus der kinetischen Gastheorie berechnete Zahlenwert 485 m.

Aus Gleichung (4) folgt für beliebige Gase bei konstantem Volumen

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\,c\,v^1\,T\,.\,9{,}81}{A}}$$

also

$$v_2 = \sqrt{\frac{2\,c\,v^2\,T\,.\,9{,}81}{A}}$$

$$v_1 : v_2 = \sqrt{c\,v^1} : \sqrt{c\,v^2} \quad . \;.\;.\;.\;.\;. \quad (5)$$

Da das oben für die Berechnung der Molekulargeschwindigkeit gegebene Beispiel eine klare Vorstellung von dem auch bei anderen Gasen einzuschlagenden Rechnungsverfahren geben dürfte, so beschränke ich mich darauf, für andere Gase und Dämpfe die mittleren Geschwindigkeiten nach meiner Methode auszurechnen und in der nachstehenden Tabelle, in welcher auch die spezifischen Gewichte und die spezifischen Wärmen der Gase enthalten sind, mit den von *O. E. Meyer* berechneten Werten der mittleren Molekulargeschwindigkeit zusammenzustellen.

Tabelle der Molekulargeschwindigkeiten der Gase und Dämpfe.

Gase	Spezifisches Gewicht (Luft = 1)	Spezifische Wärme		Molekulargeschwindigkeit nach der	
		cp	cv	Vibrationstheorie	kinetischen Gastheorie
				m	m
Wasserstoff	0,0693	3,4090	2,409	2343	1843
Grubengas	0,555	0,5929	0,451	1008	636
Ammoniak	0,5967	0,5084	0,403	958	628
Wasserdampf	0,6235	0,48051	0,375	924	614
Cyanwasserstoff	0,9476	—	—	—	498
Kohlenoxyd	0,9678	0,2450	0,174	628	493
Stickstoff	0,9714	0,2438	0,173	628	492
Aethylen	0,9745	0,4040	0,325	860	491
Luft	1,0000	0,2375	0,168	620	485
Stickoxyd	1,0388	0,2317	0,165	613	476
Sauerstoff	1,1053	0,2175	0,155	594	461
Holzgeist	1,120	—	—	—	458
Phosphorwasserstoff	1,15	—	—	—	452
Schwefelwasserstoff	1,1912	0,24514	0,192	659	444
Chlorwasserstoff	1,2474	0,1940	0,140	565	434
Stickoxydul	1,5204	0,2269	0,173	628	393
Kohlensäure	1,529	0,2162	0,166	615	392
Cyan	1,8064	—	—	—	361
Chlor	2,4502	0,1241	0,094	463	310
Quecksilber	6,976	0,0156	0,0094	146	184

Aus der Gleichung (2)

$$c\,p\,T = \frac{n^2 - 1}{M}\,A\,.\,\frac{1}{2}\,m'\,c^2$$

folgt mit Rücksicht auf Gleichung (3)

$$2\,c\,p\,T = A\,.\,\frac{v^2}{9{,}81}$$

dass

$$\frac{v^2}{9{,}81} = \frac{n^2 - 1}{M}\,.\,m'\,c^2 = (n^2 - 1)\;c^2\,.\,\frac{m'}{M}$$

oder

$$\frac{m'}{M\,.\,\frac{1}{9{,}81}} = \left(\frac{v}{c}\right)^2 . \frac{1}{n^2 - 1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

ist, d. h. *die Massen der Aether- und Körperteilchen sind dem Quadrate des reziproken umgekehrten Verhältnisses ihrer Schwingungsgeschwindigkeiten direkt und der brechenden Kraft des Mediums umgekehrt proportional.*

Da ferner $c = \frac{\lambda}{\tau} = \frac{2\,a'\,\pi}{\tau}$ und $\lambda = 7{,}6\,.\,10^{-7}$ m nach den Beobachtungen von *Angström* und *van der Willigen* (cf. *Wüllner,* Bd. II S. 431) ist, so erhält man

$$2\,a' = \frac{\lambda}{\pi} = d' = 2{,}4\,.\,10^{-7}\ \text{m}$$

$$\tau = \frac{\lambda}{c} = \frac{10^{-7}\,.\,7{,}6}{3\,.\,10^{+8}} = 2{,}5\,.\,10^{-15}\ \text{m}$$

während das Volumen der Wirkungssphäre

$$V m' = \frac{4}{3}\,(a')^3\,\pi = \frac{(d')^3\,\pi}{6} = 2{,}3\,.\,10^{-21}\ \text{cbm} \quad . \; . \quad (7)$$

ist. Nach Gleichung (2) ist

$$m' = 2{,}4\,.\,10^{-12}$$

also die Dichtigkeit des Aethers

$$d = m'\,g = 23{,}544\,.\,10^{-12}\ {}^{\text{kg}}/_{\text{cbm}}$$

Die Anzahl der Aetheratome in 1 kg Luft ist mindestens gleich dem umgekehrten Werte des Volumens der Wirkungssphäre $V\,m'$, multipliziert mit dem spezifischen Volumen 0,773, also

$$N = \frac{0{,}773}{V\,m'} = 3{,}4\,.\,10^{20}$$

Aus beiden Grundgleichungen *Sellmeiers* für die lebendige Kraft der Aether- und Molekularbewegung

$$\frac{1}{2}\,M\,v^2 = (n^2 - 1)\,\frac{2\,\pi^2}{\tau^2}\,.\,m'\,(a') \quad . \; . \; . \quad (\text{I})$$

und

$$\frac{1}{2}\,M\,v^2 = \frac{2\,\pi^2}{\tau^2}\,.\,M\,.\,\frac{\tau^2}{\tau^2 - \delta^2}\,.\,a_0^2 \quad . \quad (\text{III})$$

worin a_0 die Amplitude der momentanen Gleichgewichtslage und $\frac{\tau^2}{\tau^2 - \delta^2}$ diejenige der schwingenden Körperteilchen selbst, δ die diesen eigentümliche Schwingungsdauer bedeutet, folgt

$$v^2 = (\tau^2 - \delta^2) = (\,2\,\pi^2\,a^0\,)^2$$

oder

$$v\,.\,\sqrt{\left(\frac{\tau}{\delta}\right)^2 - 1} = \frac{2\,\pi\,a^0}{\delta} \quad (8)$$

Nun stellt $\frac{2\,\pi\,a_0}{\delta}$ die Molekulargeschwindigkeit dar. Dieselbe ist aber nach den Untersuchungen von *Isenkrahe* in „Das Rätsel der Gravitation" $^3/_2$ mal so gross als die Geschwindigkeit der Luftwellen des Schalles (332 m), wie ja auch die Geschwindigkeit der Aetheratome $^3/_2$ mal so gross ist, als die Geschwindigkeit der Aetherwellen des Lichtes, d. h. die *Weber*sche Konstante $^3/_2$ mal so gross als die Lichtgeschwindigkeit ist; dagegen ist nach den Untersuchungen von *Schwartze* und nach der Vibrationstheorie dies Verhältnis gleich $\sqrt{2} = 1{,}41$. Da die letzte Zahl bei der *Weber*schen Constante durch genaue Versuche als richtig bestätigt worden ist, so nehme ich dieselbe als die richtigere hier an. Dann erhält man bei konstantem Volumen, da dann $v = 620$ m ist,

$$\frac{\tau^2}{\delta^2} = 1 + \frac{\left(\frac{2\,\pi\,a_0}{\delta}\right)^2}{v^2} = \left(\frac{468{,}12}{620}\right)^2 = 1{,}57 \quad (9)$$

und bei konstantem Druck, da dann $v = 735$ m ist,

$$\frac{\tau^2}{\delta^2} = 1 + \frac{\left(\frac{2\,\pi\,a_0}{\delta}\right)^2}{v^2} = 1{,}4056 \quad . \; . \; . \quad (10)$$

Nun ist aber

$$1{,}4056 = k = \frac{c\,p}{c\,v} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

folglich ist mit Rücksicht auf Gleichung (10) und (11) für Luft

$$\frac{\tau^2}{\delta^2} = 1 + \frac{\left(\frac{2\,\pi\,a_0}{\delta}\right)^2}{v^2} = 1 + k = 1 + \frac{c\,p}{c\,v} = \frac{c\,p + c\,v}{c\,v} \quad (12)$$

Es bleibt nunmehr übrig, an der Hand der Beobachtungen festzustellen, ob die Gleichung (12) auch für die übrigen Gase Giltigkeit besitzt. Zu diesem Zwecke habe ich die Geschwindigkeiten v bei konstantem Druck mit Hilfe der Formel

$$v = 735\,\sqrt{\frac{c\,p}{0{,}2375}}$$

und mit Hilfe der gefundenen Zahlenwerte und der Schallgeschwindigkeit den Quotienten $\frac{\tau^2}{\delta^2}$ berechnet. In der nachfolgenden Tabelle sind die erhaltenen Zahlenwerthe zusammengestellt worden. Die in der letzten Zahlenreihe enthaltenen Werte für k sind aus dem bekannten Tabellenwerk von *Landolt* und *Börnstein* S. 340 entnommen, stellen also die genauesten Beobachtungsresultate dar.

Gase	Moleculargeschwindigkeit v	Schallgeschwindigkeit s	$\frac{\tau^2}{\delta^2} = 1 + \frac{2\,s^2}{v^2}$	$k = \frac{c\,p}{c\,v}$
	m	m		
Wasserstoff	2785	1262	1,40834	1,41
Grubengas	1161	447	1,2964	1,316
Ammoniak	1075	430	1,3198	1,3172
Kohlenoxyd	747	337,4	1,40855	1,4032
Stickstoff	745	336,5	1,40837	1,41
Aethylen	959	337,4	1,2477	1,24548
Luft	735	332	1,4056	1,40526
Stickoxyd	726	326	1,4033	1,390
Sauerstoff	703	316	1,4037	1,4025
Stickoxydul	718	267	1,2763	1,27238
Kohlensäure	701	266	1,2878	1,291

Aus der Gleichung (12)

$$\frac{\tau^2}{\delta^2} = k = 1{,}4056$$

folgt

$$\delta = 2{,}1\,.\,10^{-15}\ \text{m}$$
$$2\,a_0\,\pi = 468\,.\,2{,}1\,.\,10^{-15}\ \text{m}$$
$$2\,a_0 = 313\,.\,10^{-15}\ \text{m},$$

und die doppelte Schwingungsamplitude der Körperteilchen selbst $\frac{\tau^2}{\tau^2\,\delta^2}\,.\,2\,a_0 = \frac{k}{k-1}\,.\,313\,.\,10^{-15} = 10^{-12}$ m. Durch Division erhält man $\frac{2a'}{2\,a_0} = \frac{7{,}6\,.\,10^{-7}}{313\,.\,10^{-15}} = 7{,}7\,.\,10^{-5}$, während $2\,a'$: $\frac{\tau^2}{\tau^2 - \delta^2}\;2\,a_0 = 2{,}4\,.\,10^5$ ist.

Nach dem sogenannten Zwischenvolumengesetz der Gase, nach welchem $p\,(v - x) = p_0\,(v_0 - x)$ ist, ist das Molekülvolumen x, welches z. B. die Luftmoleküle für sich allein einnehmen, gleich $\frac{1}{1000}$ des Volumens bei einer Atmosphäre und $0\,^0$C. Temperatur; folglich ist das Volumen der Moleküle eines Kilogramms Luft gleich $0{,}773\,.\,10^{-3}$, also die Molekülzahl in 1 kg Luft höchstens

$$N' = \frac{0{,}773 \cdot 10^{-3}}{\frac{1}{6} \cdot 10^{-36}} = \mathbf{4{,}638 \cdot 10^{33}} \quad . \quad . \quad . \quad (13) \; .$$

folglich $\frac{N'}{N} = \mathbf{1{,}3 \cdot 10^{13}}$

Aus der Gleichung (4) folgt für ein und dasselbe Gas bei verschiedenen Temperaturen, dass sich verhält

$$v_1 : v_2 = \sqrt{c p^1} : \sqrt{c p^2} = \sqrt{a T_1} : \sqrt{a T_2} \quad (14)$$

da nach den Versuchen von *E. Wiedemann* die spezifische Wärme bei konstantem Druck mit der absoluten Temperatur wächst; es ist somit $v_2 = v_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$ oder, wenn man T_1 in gewöhnlicher Zählung gleich 0^0 annimmt, also $T_1 = 273$ und $T_2 = 273 + t$ setzt

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{273 + t}{273}} = v_1 \sqrt{1 + \frac{t}{273}}$$

Nun ist die Gesamtenergie eines Gases bei konstantem Druck $E = \frac{1}{2} M_1 v_1^2$, also bei t^0

$$E_t = \frac{1}{2} M_1 v_1^2 (1 + a t) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

folglich die Zunahme dieser Energie bei der Erhöhung der Temperatur um 1^0 C. $= \frac{1}{2} M_1 v_1^2 a$. Nun ist aber mit Rücksicht auf die Gleichungen $M_1 cp^1 = M_2 cp^2$ und $v_1^2 : v_2^2 = cp^1 : cp^2$

$$M_1 v_1^2 = M_2 v_2^2 \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Daraus folgt, dass im Giltigkeitsbereich dieser lezten Gleichung für alle Gase der Wert der Grösse $\frac{1}{2} M_1 v_1^2 a = \frac{1}{2} M_2 v_2^2 a$ = eine konstante Grösse ist.

Diese Gleichung ist nur eine besondere Form des sogenannten *Dulong-Petit*schen Gesetzes bei den Gasen.

Im ersten Abschnitt war gezeigt worden, dass mit grosser Annäherung $M\,cp$ = Konst. und $M\,cv$ = Konst. ist; daraus folgt, dass auch $M\,cp - M\,cv = 1{,}98$ Wärmeeinheiten konstant ist.

Mit bezug hierauf möchte ich, wie dies bereits im Jahre 1898 in der Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase und 1899 in der zweiten erweiterten Ausgabe der „Licht-, Elektrizitäts- und X-Strahlen" geschehen ist, noch einige Bemerkungen über das Verhältnis der molekularen, d. h. der in äussere Arbeit umgewandelten Schwingungsenergie, zur gesamten Energie machen, da die Resultate der Vibrationstheorie von denjenigen der kinetischen Theorie etwas abweichen. Bezeichnet man in der vorstehenden Gleichung die gesamte Energie $M\,cp$ mit L, die innere Schwingungsenergie $M\,cv$ mit H und die geleistete äussere Arbeit mit K, so erhält man die den Gleichungen 16 und 17 des ersten Abschnittes entsprechenden Gleichungen

$$\frac{L - H}{H} = \frac{K}{H} = \frac{M cp - M cv}{M cv} = \frac{cp}{cv} - 1 = k - 1 \quad (17)$$

$$\frac{L - M}{L} = \frac{K}{L} = \frac{M cp - M cv}{M cp} = 1 - \frac{cv}{cp} = 1 - \frac{1}{k} \quad (18)$$

$$\frac{K + H}{H} = \frac{L}{H} = k \text{ und } \frac{H - K}{K} = \frac{2 - k}{k - 1} \quad (19 \text{ u. } 20)$$

Die Gleichung (18) giebt den Grenzwert an, welchen der wirtschaftliche Wirkungsgrad bei Verwandlung von Wärme in äussere Arbeit nicht überschreiten kann, wie schon im ersten Abschnitt auseinandergesetzt und durch die Versuche von Prof. *E. Meyer* als richtig nachgewiesen worden ist. Für das Verhältnis $\frac{H}{K}$ hat *Clausius* aus der kinetischen Gastheorie die Beziehung abgeleitet

$$\frac{H}{K} = {}^3/_2 \, \frac{cp - cv}{cv} = {}^3/_2 \, (k - 1)$$

Kundt und *Warburg* haben diese theoretische Formel, welche übrigens dem ersten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie direkt widerspricht, durch Experimente zu prüfen gesucht, dabei aber die Annahme gemacht, dass bei einatomigen Gasen und Dämpfen, wie Quecksilber, Kadmium und vielleicht auch Zink, keine Bewegungen im Inneren der Molekel denkbar sind und daher $K = H$ ist. Diese Annahme widerspricht jedoch erstlich den Resultaten, welche Dr. *Meusel* und ich in den Untersuchungen über den Monismus der chemischen Elemente bezw. über die Einheit der Materie gefunden haben; denn danach sind sämtliche Elemente als mehr oder weniger verwickelte Verbindungen zweier Grundbestandteile des Wasserstoffs anzusehen. Zweitens wird nach der mechanischen Wärmetheorie auch bei den einatomigen Gasen durch Vermittelung der Molekularbewegung äussere Arbeit geleistet, und demgemäss muss die der Molekularenergie bei konstantem Volumen entsprechende Grösse H um die äussere Arbeit K kleiner als die Gesamtenergie sein. Nach der Vibriatonstheorie gestaltet sich der Sachverhalt so, dass bei konstantem Volumen die Grösse $K = 0$ und daher $L = H$ wird, d. h. die Gesamtenergie und die innere Energie fallen zusammen. Eigentümlich ist ja allerdings, dass die Beobachtungen von *Kundt* und *Warburg* unter der gemachten Annahme den theoretischen Wert der *Clausius*schen Formel für $\frac{cp}{cv} = 1{,}67$ bei Quecksilber ergeben haben. Wenn *Kundt* und *Warburg* nicht als vorzügliche Experimentatoren bekannt wären, so möchte ich auch aus anderen Gründen an der Zuverlässigkeit dieses Beobachtungsergebnisses zweifeln. Da jedoch dieses Resultat dem Ergebnisse der Vibrationstheorie, nach welcher die Quotienten der spezifischen Wärmen zwischen den Grenzen 2 und 1 liegen müssen, durchaus nicht widerspricht, so halte ich die von mir für K, L und H aufgestellten Beziehungen für praktischer und richtiger, da dieselben zu keinen Widersprüchen mit der mechanischen Wärmetheorie führen. Setzt man nun nach dem Beispiel von *O. E. Meyer* in der kinetischen Theorie der Gase S. 89 und 90 $\frac{\mathfrak{E}}{E} = \frac{H - K}{K}$, $e = \frac{\mathfrak{E}}{n'}$ worin n die Atomzahl bedeutet, so nimmt nach der Vibrationstheorie der Gase die von *O. E. Meyer* a. a. O. auf S. 90 und 91 zusammengestellte Tabelle folgende Gestalt an (s. S. 45).

Die äussere Arbeit K in Wärmemass ist bei ein Grad Temperaturerhöhung nach Gleichung $\frac{K}{L} = \frac{M\,c\,p - M\,c\,v}{M\,c\,p}$ zu setzen $K = M\,(c\,p - c\,v)$ oder, wenn man das mechanische Mass der äusseren Arbeit K_1 mit dem Wärmeäquivalent $A = \frac{1}{425}$ der Arbeitseinheit multipliziert

$$K_1\,A = M\,(c\,p - c\,v) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

Nach der *Clapeyron*schen Zustandsgleichung der Gase $p\,v = R\,T$ ist aber die äussere Arbeit $K_1 = p\,(v_1 - v_0) = R\,(T_0 + 1 - T_0) = R$; folglich ist $R\,A = K_1\,A = M\,(c\,p - c\,v)$ oder

$$\frac{R\,A}{M} = c\,p - c\,v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Für Wasserstoff ist $M = 1$ und $cp - cv = 1$, folglich muss für Wasserstoff $R \,.\, A = 1$ oder $R = \frac{1}{A} = 424$ sein. In der That ist für Wasserstoff nach *Zeuner*, Mechanische Wärmetheorie, 2. Aufl. S. 105, $R = 422{,}612$.

Zum Schluss dieses Abschnittes möchte ich noch darauf hinweisen, dass infolge der nur näherungsweise giltigen Beziehung $cp\,M = n^2 - 1$, in welcher $n^2 - 1$ sowohl wie auch M sich mit der Temperatur ändern, auch cp und demgemäss auch cv mit der Temperatur veränderlich sein müssen, wie schon oben erwähnt wurde. Die betreffenden Beobachtungen von *E. Wiedemann* lasse ich in folgender Tabelle folgen.

		0^0	100^0	200^0
Kohlensäure	CO_2	0,1952	0,2169	0,2387
Aethylen	C_2H_4	0,3364	0,4189	0,5015
Stickoxydul	N_2O	0,1983	0,2212	0,2442
Ammoniak	NH_3	0,5009	0,5317	0,5629

Gase	Molekularformel	n	$\frac{cp}{cv} = k$	Beobachter	$\frac{K}{H} = k - 1$	$\frac{K}{L} = 1 - \frac{1}{k}$	$\frac{f}{E} = \frac{H-K}{K} = \frac{2-k}{k-1}$	$\frac{e}{E}$
			1,401	M	0,401	0,286	1,494	0,747
Sauerstoff	O_2	2	1,398	D	0,398	0,287	1,512	0,756
			1,410	C	0,410	0,291	1,440	0,720
Stickstoff	N_2	2	1,401	M	0,401	0,286	1,494	0,747
			1,410	C	0,410	0,291	1,440	0,720
			1,401	M	0,401	0,286	1,494	0,747
Wasserstoff	H_2	2	1,410	C	0,410	0,291	1,440	0,720
			1,390	D	0,390	0,281	1,564	0,782
			1,407	D	0,407	0,289	1,457	0,729
Kohlenoxyd	CO	2	1,410	C	0,410	0,291	1,445	0,723
			1,409	M	0,409	0,290	—	—
Stickoxyd	NO	2	1,390	M	0,390	0,281	1,564	0,782
Chlorwasserstoff	HCl	2	1,392	M	0,392	0,282	1,551	0,776
			1,322	D	0,322	0,244	2,106	0,702
Kohlensäure	CO_2	3	1,274	M	0,274	0,215	2,650	0,883
			1,291	C	0,291	0,225	2,436	0,812
			1,327	D	0,327	0,246	2,060	0,687
Stickoxydul	N_2O	3	1,267	M	0,267	0,211	2,746	0,915
			1,285	C	0,285	0,222	2,509	0,836
Schweflige Säure	SO_2	3	1,248	M	0,248	0,199	3,032	1,011
			1,262	C	0,262	0,208	2,817	0,939
Schwefelwasserstoff	H_2S	3	1,258	M	0,258	0,205	2,876	0,959
Ammoniak	NH_3	4	1,300	M	0,300	0,231	2,333	0,583
			1,238	C	0,328	0,247	2,050	0,512
Grubengas	CH_4	5	1,315	M	0,315	0,240	2,174	0,435
			1,225	D	0,225	0,184	3,444	0,574
Aethylen	C_2H_4	6	1,257	M	0,257	0,204	2,891	0,482
			1,257	C	0,257	0,204	2,891	0,482

Das Gleiche gilt nach den Versuchen von *Pouillet* und *Blechynden* für die Metalle, wie nachstehende Tabelle zeigt.

Temperatur C.	Platin	Eisen	Kupfer
Zwischen 0° bis 100°	0,0335	0,1095	0,0961
do. 300°	0,0343	0,1189	0,0974
do. 500°	0,0352	0,1279	0,1032
do. 700°	0,0360	0,1374	0,1068
do. 1000°	0,0373		
do. 1200°	0,0382		

Mit Recht darf man aus den angeführten Versuchen schliessen, dass auch die spezifische Wärme cv sich mit der Temperatur ändern wird; sollte dies nicht der Fall sein, so müsste natürlich $k = \frac{cp}{cv}$ mit der Temperatur sich ändern. Es fehlt leider an Beobachtungen, durch welche diese Frage entschieden wird.

(Fortsetzung folgt.)

Schwefel im Eisen.

Der schädliche Einfluss, den bereits geringe Mengen von Schwefel auf Eisen ausüben, und der Einfluss des Mangans, diesen Einfluss zu schwächen, haben *H. Le Chatelier* und *M. Ziegler* veranlasst zu einer Reihe von Studien, deren Ergebnisse in dem Bulletin de la Société d'Encouragement vom 30. September 02 S. 396 u. f. veröffentlicht sind.

Kristallisiertes Schwefeleisen findet man in der Natur als Pyrit, FeS_2, der beim Erhitzen schon bei ziemlich niedriger Temperatur mehr als die Hälfte seines Schwefelgehaltes abzugeben vermag. Diese Art Schwefeleisen findet sich in technischen Eisensorten nicht vor. Technisch gewinnt man Schwefeleisen, das als Ausgangsprodukt für die Darstellung von Schwefelwasserstoff in Laboratorien dient, indem man Schwefel oder Pyrit mit metallischem Eisen zusammenschmilzt.

Niedere Sulfide des Eisens herzustellen hat man vielfach versucht, doch hat man nach neueren Untersuchungen immer Gemenge von Schwefeleisen mit metallischem Eisen erhalten.

Die chemische Untersuchung von geschmolzenem Schwefeleisen, wie man es bei den Händlern chemischer Produkte erhält, ergab eine Zusammensetzung desselben nach folgenden Molekularverhältnissen $FeS_{0,75}$—$FeS_{0,8}$. Beim Lösen des feingepulverten Materials in Bromwasser blieb ein Rückstand, der je nach dem jeweiligen Ausgangsmaterial verschieden gross war.

Die metallographische Untersuchung liess schon auf der ungeätzten Schliffläche erkennen, dass in dem Handelsschwefeleisen 3 verschiedene Bestandteile auftreten, 1. gelbe Körner, die die Hauptmasse ausmachen und Schwefeleisen sind, 2. metallglänzende Gefügeteile, die sich als metallisches Eisen auswiesen, 3. ein perlitartiger Körper, der sich zwischen die gelben Körner, seltener zwischen das metallische Eisen einlagert und aus Lamellen von Schwefeleisen und einem weiteren Bestandteil, welcher nach späteren Angaben eine Eisensauerstoffverbindung ist, besteht.

Das gewöhnliche Schwefeleisen giebt bei 950° eine leichtflüssige Schmelze. Während des Schmelzens wird eine gewisse Menge Gas frei und nach dem vollständigen Schmelzen bleibt infolgedessen ein Rückstand, der bis zu 10 v. H. ausmachen kann. Die Gasentwicklung macht sich auch in den Schmelzkönigen in Form von Hohlräumen bemerkbar. Wenn man nun das Sulfid durch Alkalisalzschmelzdecken vor Oxydation schützt, so erhält man einen blasenfreien Regulus, der

jedoch im erstarrten Zustande an feuchter Luft langsam, bei Berührung mit Wasser sofort zu Pulver zerfällt. Auf diesen Zerfall folgt langsame Oxydation, die sich durch Gewichtszunahme der Masse verrät, und mit der Dauer zunimmt, wie nachstehende Werte zeigen:

Anzahl der Tage:	3	5	10	20	29	40
Gewichtszunahme i. H.	2,77	4,41	5,65	6,69	7,70	8,44

Es hat sich ein Gemenge von Eisensesquioxyd und Schwefel gebildet, das auch noch Eisenoxydulsulfat und Kochsalz (wahrscheinlich von der Schmelzdecke) enthält.

Die Ausdehnung durch Erwärmung wurde bei verschiedenen Temperaturen bestimmt. Zu diesem Zwecke wurden Stäbchen aus Schwefeleisen hergestellt und deren Ausdehnung verglichen mit der von Porzellanstäbchen, wobei sich folgende Ausdehnungen in Hundertteilen der ursprünglichen Länge ergaben:

Temperaturen: . .	120	190	240	265	400	650
Längenzunahme: .	0,09	0,00—0,06	0,00	0,35	0,85	

Die Verfasser geben noch weitere Untersuchungen in dieser Richtung an, deren Ergebnisse in der Quelle durch Schaulinien wiedergegeben sind.

Bei der Erhitzung giebt Pyrit Schwefel ab und zwar um so mehr, je höher die Probe erhitzt wurde. Das Ergebnis eines der veranstalteten Versuche ist wie folgt angegeben:

	Erhitzt auf 1200°	Erhitzt auf 1500°
Eisen	61,5	79
Schwefel	35,5	21,7
Unlöslicher Rückstand	3,6	0,3
Zusammen . . .	100,6	101,0
Aequivalentformel	$FeS_{1,01}$	$FeS_{0,48}$

Bei 1200° erhält man ein Produkt, das am beständigsten ist und von den Verfassern als Protosulfid (protosulfure) bezeichnet wird. Es zeigt unter dem Mikroskop fast ausschliesslich den erwähnten gelben Bestandteil im Gefüge, der dem geschmolzenen Schwefeleisen eigentümlich ist. Bei höherer Temperatur erhält man schwefelärmere Produkte, die bisher als Subsulfide bezeichnet wurden; sie erweisen sich aber metallographisch als Gemenge des eben genannten Protosulfids mit metallischem Eisen. Der Gehalt an dem perlitartigen Gefügebestandteil, der eingangs erläutert wurde, nimmt mit wachsender Erzeugungstemperatur ab und wird bei etwa 1500° beinahe Null.

Erhitzt man das Sulfid an der Luft, so oxydiert sich ein Teil des Schwefels zu schwefliger Säure, während das Eisen in eine Oxydstufe übergeht. Dieses mengt sich dem noch vorhandenen Schwefeleisen bei und man erhält ein Produkt, das dem käuflichen Schwefeleisen sehr nahe steht oder demselben gleich zu erachten ist. Darin kommt alsdann auch der in dem Handelsprodukte beobachtete graue Gemengteil des perlitartigen Körpers vor, der demnach aus Eisenoxydul besteht. Behandelt man dieses Produkt mit Brom, so erhält man ebenso wie beim käuflichen Schwefeleisen bedeutende Mengen unlöslichen Rückstandes wie folgendes Beispiel zeigt:

Schwefel	10,61 %
Eisen	27,89 %
Unlöslicher Rückstand	61,24 %
Zusammen . . .	99,74 %

Der graue Bestandteil scheint jedoch nicht gleichmässig zusammengesetzt zu sein, da sich auf demselben beim Aetzen mit Kupfersulfat metallisches Kupfer ausscheidet. Die Verfasser sehen es als ein Gemenge von Eisenoxydul mit metallischem Eisen an, worin letzeres so fein verteilt ist, dass man es mit den gebräuchlichen mikroskopischen Vergrösserungen nicht dem Auge wahrnehmbar machen kann, oder, wenn man diese Deutung nicht als zulässig erachtet, es stellt eine feste Lösung von metallischem Eisen in Eisenoxydul dar, die die Eigenschaften beider in sich vereinigt.

Auf diese Einschlüsse wirkt im geschmolzenen Zustande des Schwefeleisens Wasserstoff und Schwefelwasserstoff reduzierend.

Beim Erhitzen kann man Schwefeleisen zur Dissociation bringen und zwar Schwefeleisen als solches nach der Reaktionsgleichung

$$2\,FeS = 2\,Fe + S_2,$$

wobei der Schwefel als solcher gasförmig entweicht, es kann aber auch zur Reaktion des im käuflichen Schwefeleisen enthaltenen Oxyduls kommen, wobei nach der Reaktionsgleichung

$$FeS + 2\,FeO = 3\,Fe + SO_2$$

schweflige Säure frei wird.

Beobachtet man den Erstarrungsvorgang des ternären Gemisches *FeS—FeO—Fe*, wie es das käufliche Produkt darstellt, so bemerkt man zuerst die Ausscheidung von metallischem Eisen, in Form hexagonaler Krystalliten, dann scheiden sich nach einander die anderen beiden Bestandteile aus und es bleibt eine Mutterlauge, das Eutectikum, das schliesslich sich als perlitartiger Körper, bestehend aus Schwefeleisen und dem Oxydul, das in sich metallisches Eisen, wie erwähnt, aufnimmt.

Eine interessante Widerlegung erfahren bisher allgemein als gültig angenommene Versuche der englischen Forscher *Campbell* und Prof. *Arnold* in Sheffield. Diese haben durch bisher nicht wiederholte Versuche nachzuweisen gesucht, dass der Schwefel bzw. das Schwefeleisen imstande seien, durch das Eisen hindurchzuwandern, ohne dass sie in beträchtlichen Mengen in dem Metall zurückgehalten würden. Die Verfasser haben nun diese Versuche in den verschiedensten Weisen sorgfältig wiederholt. Hierbei hat sich herausgestellt, dass bei allen diesen Versuchen, bei denen der Schwefel, ebenso wie bei *Campbell* und *Arnold*, in dem Hohlraum eines verschraubten Eisenblöckchens mit dem Metall einer höheren Temperatur ausgesetzt wurde, der Hauptteil oder die gesammte Menge des Schwefels durch die winzigen Zwischenräume der aufs sorgfältigste hergestellten Verschraubungen entweicht, bei der hohen Temperatur also überhaupt nicht oder nur zum geringsten Bruchteil mit dem Eisen in Reaktion tritt. Die Erhitzungen haben auf die von den früheren Autoren angewandte Weise und auch, zur Vermeidung jeglicher Oxydation in geschmolzenem Kochsalzbad stattgefunden, es ist aber jedesmal fast kein Schwefeleisen entstanden, sondern immer das gleiche Ergebnis erzielt worden. Sobald die Möglichkeit vorhanden war, dass sich der Schwefel oxydieren konnte, entstand schweflige Säure, die bei der hohen Temperatur eine hohe Spannung hatte und sich, wenn irgend angängig, einen Ausweg suchte, besonders bildete sich aber schweflige Säure in beträchtlichen Mengen, wenn man, wie *Campbell* Oxydsulfid anwandte, — welches praktisch ein Gemenge von Schwefeleisen mit Eisenoxydul ist.

Die weiteren Untersuchungen beider Forscher beziehen sich auf den Zustand des Schwefels in kohlenstoffarmen Eisensorten, die besonders hergestellt wurden. Die erste Reihe Proben wurde nach dem *Goldschmidt* schen Verfahren durch Aluminium aus einem Gemisch von Eisenoxyd und Calciumsulfat gewonnen, wobei beabsichtigt war, dass die Schmelzkönige 1—5 % Schwefel enthalten sollten. Die erhaltenen Schmelzen entsprachen jedoch nicht ganz den berechneten, wie sich auch durch die Analysen, die deswegen jedesmal angestellt wurden, herausstellte. Das zweite Verfahren bestand darin, dass man Schwefeleisen mit metallischem Eisen in Acetylen-Sauerstoff-Gebläse, in welchem man bei reduzierender, neutraler oder oxydierender Flamme fast gleichhohe Hitzegrade (4000 Grad nach Angabe der Verf.) zu erzielen vermag, zusammenschmilzt. Die auf beide Arten erhaltenen Schmelzkönige zeigten ähnliches Aussehen. Schon bei den niedrigen Gehalten an Schwefel erkennt man auf den polierten Stücken rundliche Flecken von Schwefeleisen, das mit wenig eutektischer Mischung vermengt erscheint, diese Flecke nehmen bei den höheren Schwefelgehalten an Grösse zu und bilden netzartige Nester, deren Schmelzpunkt zu 950° angegeben wird und die sowohl in der Kälte als besonders bei höheren Temperaturen schädliche Einwirkungen auf die Eigenschaften des Eisens ausüben.

Fünfprozentige alkoholische Pitrinsäurelösung ätzt besonders das Schwefeleisen in solchen Schmelzen stark an.

Da es den Hüttenleuten bekannt ist, dass Mangan in besonders hohem Masse die schädlichen Einflüsse des Schwefels auf das Flusseisen aufzuheben vermag, haben die beiden Forscher auch darüber Versuche angestellt. Aus ihnen geht hervor, dass der Schmelzpunkt des Schwefelmangans wesentlich höher als der des Schwefeleisens und, wie sie mitteilen, auch über denen des Mangans und Eisens liegen.

Das Schwefelmangan ist im Mangan selbst sehr wenig löslich. Diese Unschmelzbarkeit und Unlöslichkeit machen

das Schwefelmangan demnach besonders geeignet zur Entschwefelung des Eisens. Die über diesen Prozess angestellten Versuche haben nun aber nicht ganz genau diese Angaben bewahrheitet, da sich der Schwefel in den nach den obenerwähnten Methoden gewonnenen Schmelzkönigen auf das Mangan und das Eisen gleichzeitig verteilte, es ist aber bei der geringen Grösse der Schmelzkönige wahrscheinlich, dass die dabei auftretende rasche Abkühlung eine grosse Rolle spielte. Jedenfalls ist es von Wichtigkeit, diese Versuche an Blöcken zu wiederholen, die den Verhältnissen der Praxis entsprechen.

Zum Schlusse sprechen die beiden Forscher über den Einfluss des Schwefels auf Nickeleisenlegierungen, in denen ein Schwefelgehalt besonders schädliche Einflüsse auszuüben vermag. Es ist ein Schwefelnickel bekannt, das die Zusammensetzung NiS hat. Das ebenfalls bekannte Subsulfid NiS_2 erwies sich, da NiS nicht von Aetzmitteln angegriffen wird, während das dabei anwesende Metall Aetzung zeigt, als ein inniges Gemenge von NiS und metallischem Nickel-Ferronickel mit 25% Nickel und 1% Mangan, zeigt den Schwefel an Mangan gebunden, wie aus der der Arbeit beigegebenen Photographie hervorgeht.

Die Arbeit ist durch viele Lichtbilder erläutert und bezieht sich nicht auf kohlenstoffhaltige Legierungen, wie sie in der Praxis zumeist und meist mit wesentlich anderen Abkühlungsverhältnissen dargestellt werden, wodurch natürlich auch andere Verhältnisse sich in den dabei zu erzielenden metallographischen Ergebnissen abspiegeln werden.

Ernst Schott.

Kleinere Mitteilungen.

Die neuesten Erfolge auf dem Gebiet der Funkentelegraphie.

Nach einer Mitteilung des Berliner Lokal-Anzeigers vom 4. Januar 1903 hat *Marconi* am 21. Dezember v. J. die bereits seit Jahresfrist in Aussicht gestellte Ueberbrückung des Atlantischen Ozeans durch die Funkentelegraphie verwirklicht; seine beiden Riesenstationen in Poldhu (Cornwall) und auf Quai Breton (Canada) stehen seitdem in funkentelegraphischem Verkehr.

Ein guter Teil des *Marconi*-Erfolges gebührt übrigens dem Strassburger Professor Dr. *Ferdinand Braun* (siehe D. p. J. 1901 **316**, 789 und 805); denn *Marconi* benutzt für seine Ozeanfunkentelegraphie den von Professor *Braun* zuerst angegebenen und praktisch verwendeten, geschlossenen elektrischen Schwingungskreis aus Leydener Flaschen zur Erzeugung der Funkenwellen.

Als Luftleiter verwendet *Marconi* bei seinen Ozeanstationen nicht wie bei den Stationen mit geringer Tragweite einen einzigen Vertikaldraht, sondern ein ganzes System von Drähten, um hierdurch eine Erhöhung der elektrischen Aufnahmefähigkeit des Strahlensenders und ein langsameres aber reichhaltigeres Ausstrahlen der elektrischen Funkenwellen als bisher zu erzielen. Bei der Poldhustation sind als Luftleitung 50 blanke Kupferdrähte an einem zwischen zwei 48 m hohen und 60 m auseinander stehenden Masten ausgespannten Drahte in etwa 1 m Entfernung von einander befestigt. Für die Station auf dem amerikanischen Kontinent ist folgende Einrichtung getroffen: Zwischen vier hölzernen, in einem Quadrat von 210 engl. Fuss Seitenlänge aufgestellten 215 Fuss hohen Türmen sind von Spitze zu Spitze Drähte wagerecht ausgespannt. An diesen vier Drähten sind insgesamt 50 Kupferdrahtseile, je aus sieben Drähten bestehend, befestigt. Die Drahtseile laufen nach der Mitte des Turmquadrats zusammen und sind dicht über dem Apparatraum an einem Drahtseilquadrat befestigt, dessen Seitenlänge wesentlich geringer ist als die des oberen, von den Befestigungsdrähten gebildeten Quadrats. Für die Wellensendung erzeugt auf beiden Stationen eine Wechselstromdynamomaschine von 40 Pferdekräften Wechselströme von 2000 Volt, die durch einen Transformator zunächst auf 20 000 Volt Spannung und dann durch Kondensatoren und andere Hilfsmittel sogar auf 70 000 Volt Spannung gebracht werden.

Von der Grösse und Wirksamkeit der für die Ozeanfunkentelegraphie *Marconis* zur Verwendung kommenden elektrischen Kräfte kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Sonderdrähte bei der Uebermittelung funkentelegraphischer Zeichen so stark geladen werden, dass am Aufhängungspunkte zwischen ihnen und einem in 30 cm Luftzwischenraum angebrachten mit der Erde verbundenen Leiter lebhafteste Funkenentladung in Gestalt eines Feuerstromes stattfindet.

Als Wellenempfänger benutzt *Marconi* zumeist noch den gewöhnlichen Fritter- oder Metallfeile-Kohärer (siehe D. p. J. 1902 **317**, 453, 475 und 501). Zur Erzielung besserer Fernwirkungen und einer grösseren Telegraphiegeschwindigkeit hat *Marconi*, wie bekannt, einen neuen Empfänger konstruiert, den er den „magnetischen Wellendetektor" nennt. Ein solcher ist bereits 1895 von *Rutherford* praktisch verwendet worden. Doch war derselbe wenig empfindlich und unzuverlässig; der von *Marconi* konstruierte soll sich dagegen im letzten Herbst bei den Fernversuchen zwischen der Station Poldhu und dem italienischen Schlachtschiff Carlo Alberto aufs glänzende bewährt haben. Der Wellendetektor enthält einen hufeisenförmigen Elektromagneten, von dessen Polen ein hufeisenförmiger Stahlmagnet dauernd ertönt. Der Eisenkern des Elektromagneten wird also durch den rotierenden Stahlmagneten einer regelmässig wechselnden Magnetisierung unterworfen; der in ihm hervorgerufene Magnetismus bleibt jedoch infolge der magnetischen Trägheit des Eisens — magnetische Hysteresis — hinter dem Werte der magnetisierenden Kraft zurück. Sobald jedoch elektrische Wellen die Drahtspulen des Elektromagneten durchlaufen, wird die Hysteresis vernichtet, und der Magnetismus steigt dann, dem wirklichen Werte der magnetesierenden Kraft entsprechend, plötzlich und sprungweise an. Diese magnetischen Aenderungen induzieren in einer zweiten um den Elektromagneten gewickelten und mit einem Telephon zusammengeschalteten Drahtspule elektrische Ströme, die in dem Telephon je nach der Dauer der Wellensendung als Morsepunkte und Morsestriche gehört werden. Dass der Wellendetektor nach dem Ergebnis der *Carlo Alberto*-Versuche auch mit Nutzen für den Transatlantischen Nachrichtenaustausch verwendet werden kann, unterliegt keinem Zweifel.

Nun werden z. Z. in Amerika noch eingehende Versuche mit dem *Fessenden*- und dem *de Forest*-System, in Frrankreich mit dem neuen *Branly*-Empfänger angestellt.

Bei dem von dem Professor *Reginald A. Fessenden*, dem früheren Leiter des Wetterbureaus der Vereinigten Staaten, erfundenen System kommen nicht, wie bei den bisherigen Systemen, ganze *Hertz*sche Funkenwellen, sondern nur halbe Wellen zur Anwendung. *Fessenden* nennt sie „halbfreie Aetherwellen". Der Wellensender ist beim Telegraphieren dauernd in Thätigkeit, und die eigentlichen Zeichen werden dadurch hervorgebracht, dass Sender- und Empfängerstation, welche auf eine und dieselbe Wellenlänge abgestimmt sind, kürzere oder längere Zeit dem Morsealphabet entsprechend, ausser Abstimmung gebracht werden. Hierzu dient ein ganz besonderer Telegraphieschlüssel, durch welchen Kapazität und Selbstinduktion des Erregerkreises für die elektrischen Wellen, also auch die Wellenlänge beliebig geändert werden kann. Vollständig neu ist die Konstruktion des Wellenempfängers; sie beruht auf dem Prinzip des Bolometers. Der eigentliche Wellenempfänger besteht aus einem kleinen, ausserordentlich feinen Platindraht, der durch die Wellenbestrahlung erhitzt wird und dessen elektrischer Widerstand infolgedessen zunimmt. Der Draht ist zunächst mit einer Silberglocke und dann mit einer luftleeren Glasbirne umgeben. Die schnell und sicher vor sich gehenden Widerstandsänderungen werden wie beim Mikrophon zum Betrieb eines Fernhörers benutzt. Die Morsezeichen werden also beim *Fessenden*-System im Telephon durch das Gehör aufgenommen; indes erscheint auch die Aufnahme sichtbarer und bleibender Zeichen mit Hilfe eines Morseschreibers nicht ausgeschlossen.

Das Funkentelegraphensystem von *de Forest* benutzt für den Betrieb des Induktoriums der Senderstation Wechselströme von 25 000 Volt Spannung. Das Charakteristische des Systems ist sein elektrolytischer Wellenempfänger, der von den Erfindern *de Forest* und *Smythe* der „Responder" genannt wird. Er arbeitet nach dem *Schäfer*schen Prinzip des Antikohärers und besteht aus zwei in eine Glasröhre eingeschlossenen Metallelektroden, zwischen denen sich eine weiche, mit winzigen Metallstückchen durchsetzte elektrolytische Paste befindet. Sobald Funkenwellen durch diesen Antikohärer gehen, entstehen grosse Mengen kleiner Wasserstoffbläschen. Diese lagern sich an der einen Elektrode ab und vergrössern den vorher geringfügigen elektrischen Widerstand des Antikohärers so schnell und beträchtlich, dass die Widerstandsänderuugen zum Betriebe eines Telephons oder Morseschreibers hinreichen.

Der neue *Branly*sche Wellenempfänger ist ein sogenannter Mikrophonfüller. Er besteht aus einer polierten Metallscheibe, auf der ein kleiner metallener Dreifuss steht, dessen Füsse bei einer bestimmten Temperatur oxydiert sind. Die Berührungspunkte zwischen dem polierten und oxydierten Metall bilden die Mikrophonkontakte; bei elektrischer Bestrahlung wird ihr Widerstand erheblich verringert.

Die Ausbildung der in Deutschland gebräuchlichen Funkentelegraphen-Systeme von *Braun-Siemens & Halske* und *Slaby-Arco-Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft* dürfte zum Abschluss gekommen sein; sie gewährleisten beide auf mittlere Entfernungen von 200—300 km über Wasser hinreichend sichere Verständigung.

Zur Anstellung grösserer Fernversuche baut die *Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft* jetzt in Ober-Schöneweide eine Station mit 800 km Reichweite. Die ersten Versuche werden in den nächsten Tagen angestellt. Auch die sich über eine Entfernung von 162 km erstreckende Versuchsanlage nach dem *Braun-Siemens*-System zwischen Sassnitz (Rügen) und Grossmölln bei Köslin soll für grössere Fernversuche nutzbar gemacht werden. Beide Systeme benutzen ebenso wie auch das *Marconi*-System als Erregerkreis für die elektrischen Wellen den geschlossenen Leidener Flaschenstromkreis des Professor *Braun*.

Bücherschau.

Grundlagen der Theorie und des Baues der Wärmekraftmaschinen von *Alfred Musil*, O. Oe. Professor a. d. K. K. Deutschen Technischen Hochschule zu Brünn. Zugleich autorisierte, erweiterte deutsche Auflage des Werkes: „The steam-engine and other heat-engines" von *J. A. Ewing*, Prof. a. d. Universität in Cambridge. Leipzig, B. G. Teubner. 1902.

Der Studierende wie auch der in der Praxis thätige Ingenieur werden aus dem reichen Inhalt des Buches vielfache Belehrung schöpfen. Auf den ersten 600 Seiten des Werks werden in zwölf Abschnitten neben einer kurzgefassten Geschichte der Dampfmaschine die Theorie der Wärmekraftmaschinen, die Eigenschaften des Dampfes und daran anschliessend die Theorie der Dampfmaschinen, deren Untersuchung, Steuerung und Regulierung, sowie die Arbeit an der Kurbel eingehend behandelt; in den letzten drei Abschnitten werden auf nahezu 200 Seiten die Luft-, Gas- und Oelmotoren besprochen. In glücklicher und sorgfältiger Auswahl findet sich hier das Wichtigste zusammengefasst und werden alle neuen Errungenschaften der Technik bis auf die neueste Zeit dem Leser vorgeführt; so erfahren die gegenwärtig sehr im Vordergrunde des Interesses aller Techniker stehenden Dampfturbinen eine dem Rahmen des Buches entsprechende, recht geschickte Behandlung, ebenso die Ueberhitzer und der Diesel-Motor. Die 302 Textabbildungen lassen an Klarheit wenig zu wünschen übrig, die Ausstattung des Werkes ist eine vortreffliche. *W. P.*

Der Reguliervorgang bei Dampfmaschinen. Von Dr.-Ing. *Benno Rülf*. 59 Seiten mit 15 Textfiguren und 3 Diagrammtafeln. Berlin, 1902. Julius Springer.

In dem mit anerkennenswertem Fleiss und auf Grund umfangreicher Untersuchungen zusammengetragenen Werkchen sucht der Verfasser die wichtigen Fragen nach Grösse und Dauer der Schwankungen, welche die Umlaufzahl der durch Fliehkraft beherrschten Dampfmaschinen beim Uebergang von einem Beharrungszustand zu einem anderen ausführt, mit Hilfe eines in der Arbeit abgeleiteten graphisch-rechnerischen Verfahrens zu ergründen. Das Verfahren, welches inbezug auf die aufzuführenden Rechnungen und Zeichnungen keine wesentlichen Schwierigkeiten bietet, lässt, gegenüber früheren, das sogen. „Regulierproblem" behandelnden Arbeiten, die Berücksichtigung aller Einflüsse zu, die nur irgend auf den Ablauf der Regulierung bestimmend einwirken können. Diese Einflüsse kommen in dem besonderen Verlauf der Linien von Diagrammen zum Ausdruck, die unter Zugrundelegung der in Zahlenbeispielen ermittelten Werte und Gleichungen entworfen sind. Die Diagramme bieten somit ein bequemes Mittel, den zeitlichen Ablauf des Reguliervorganges einer Dampfmaschine verfolgen zu können. Die Schwankungen der Maschinengeschwindigkeit geben insbesondere bei den für elektrische Beleuchtungszwecke dienenden Dampfmaschinen häufig zu Störungen im Stromnetze Veranlassung; ihre Abhängigkeit von dem Regulatorgestänge, dem Steuerungsgetriebe und den den einzelnen Füllungen entsprechenden indizierten Dampfleistungen, d. h. von den mechanischen und physikalischen Eigenschaften einer Dampfmaschine in einfacher Weise feststellen zu können, ist die dankenswerte Aufgabe, deren Lösung der Verfasser in dem vorliegenden Werkchen versucht hat.

Ob sich der Reguliervorgang in Wirklichkeit derart abspielt, wie es den entworfenen Diagrammen entspricht, lässt sich nur an Hand weiterer eingehender Versuche entscheiden. Zur Ausführung und Beurteilung solcher Versuche wird die vorliegende Arbeit von grossem Wert sein. *Fr. Freytag.*

Zuschrift an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit des Einsenders.)

Geehrte Redaktion!

Die Zuschrift des Herrn Major *H. Weisse*, Heft 35 vom 30. August 1902 und der Aufsatz des Ingenieurs und Physikers Herrn *Rudolf Mewes* in Berlin, Heft 28 vom 12. Juli 1902 Ihrer geschätzten Zeitschrift veranlasst mich folgende Mitteilung zu machen: Das Prinzip der Luftschiffahrt durch einseitige Druckverminderung einer Fläche auf mechanischem Wege ist von mir im Jahre 1876 mittels eines Apparates (Fig. 1) versucht worden. Dampf oder komprimierte Luft strömt durch eine enge Ringöffnung zweier achsial verstellbarer Scheiben expandierend aus. Die dabei mitgerissene Luft wird durch den die Scheibe umgebenden Schirm abgelenkt. —

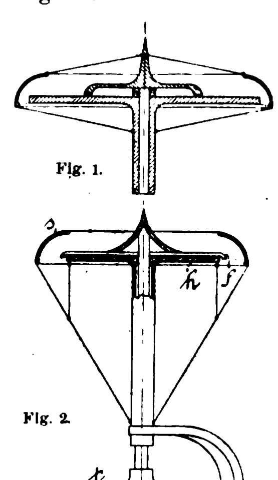


Fig. 1.
Fig. 2.

Die mechanische Luftverdünnung zum Zweck, Körper in der Luft schwebend zu halten, ist von allen andern bis jetzt bekannten Methoden der Luftschiffahrt insofern zu unterscheiden, als sie dies ermöglicht mit ruhender Fläche, das Trägheitsvermögen der Luft aber nur in zweiter Linie in Anwendung bringt. Dies Prinzip weiter verfolgend, habe ich folgenden Vorschlag gemacht, durch Zeichnung (Fig. 2) erklärt. Ein Strahl-Turbinenrad *t* treibt den am oberen Ende der Welle befestigten Impeller *f*. Die nach aussen geschleuderte Luft wird durch den oben offenen Schirm *s* nach unten abgelenkt.

Die auf der oberen Fläche der Scheibe *h* entstehende Druckverminderung resp. Druckdifferenz der oberen und unteren Fläche liegt hier als hebende Kraft zugrunde. Der Wirkungsgrad wird mit der Schnelligkeit der Drehung, d. h. mit zunehmender Druckdifferenz steigen, nach dem Gesetze der Luftströmung. Der Kraftverbrauch in der den Flügeln, d. h. Stahlbänder des Impellers durch Zentrifugalkraft ausströmenden Luft ist nicht verloren, indem dieselbe durch den Schirm in entgegengesetzter Richtung abgelenkt, hebend wirkt. Die günstigste Zahl der Flügel und ihre Tiefe kann nur durch Experimente festgestellt werden, weil jedoch die Druckdifferenz und nicht die Quantität der in Bewegung gesetzten Luft als Hebekraft zugrunde liegt, wird man die Tiefe der Flügel sehr klein und die Umdrehungszahl recht hoch wählen. Mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 800 Fuss in der Sekunde kann man Druckdifferenz von ungefähr 7 Pfd. auf den Quadratzoll erzeugen (Experimente von *Rateau* und *Geisler*).

In praktischer Ausführung sind zwei oder mehrere in entgegengesetzter Richtung drehende Impellers oder mit Impellers versehene und zusammen verbundene Schieber vorteilhaft.

Brooklyn N.-Y., den 28. September 1902.

Hochachtungsvoll

933 East 12 Str. *Carl W. Weiss.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 4. Berlin, 24. Januar 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 12 d. Bd.)

Hochbahnkran der Duisburger Maschinenfabrik J. Jaeger, Duisburg.

Auf dem von der *Benrather Maschinenfabrik* gewiesenen Wege geht *Jaeger* weiter, indem er auf die den Lagerplatz überspannende Brücke statt der Laufkatze einen Drehkran setzt. Vorteilhaft erscheint das grössere Arbeitsfeld des Drehkrans, der ohne Verfahren der Brücke an verschiedenen Stellen des Schiffes Kohle aufnehmen und sie noch weit jenseits des landseitigen Brückenfusses niederlegen kann, also den Lagerplatz besser ausnutzt, bezw. geringere Spannweite der Brücke zulässt. Ferner wird die Eisenkonstruktion einfacher, da die Brücke unten geschlossen und daher viel bequemer zu versteifen ist. Demgegenüber kommt der Umstand in Betracht, dass das Gesamtgewicht des Krans grösser ist als das der Laufkatze, und dass die Brücke bei querstehendem Ausleger stark einseitig belastet wird, jeder Hauptträger also auf erheblich mehr als die Hälfte der Gesamtlast zu berechnen ist. Einen bestimmenden Einfluss werden indessen diese Umstände auf Gewicht und Preis der Verladebrücke nicht äussern. Wichtiger ist, dass wegen des grossen Krangewichtes die Massenwirkungen sich stärker bemerkbar machen und dass infolge der einseitigen Belastung die Fahrbewegung nicht so leicht und ruhig vor sich gehen wird wie bei einer symmetrisch belasteten Katze.

Die in Fig. 114 bis 123 dargestellte Anlage wurde für den Kohlenlagerplatz der Firma *Jak Trefz & Söhne* in Rheinau b. Mannheim gebaut.

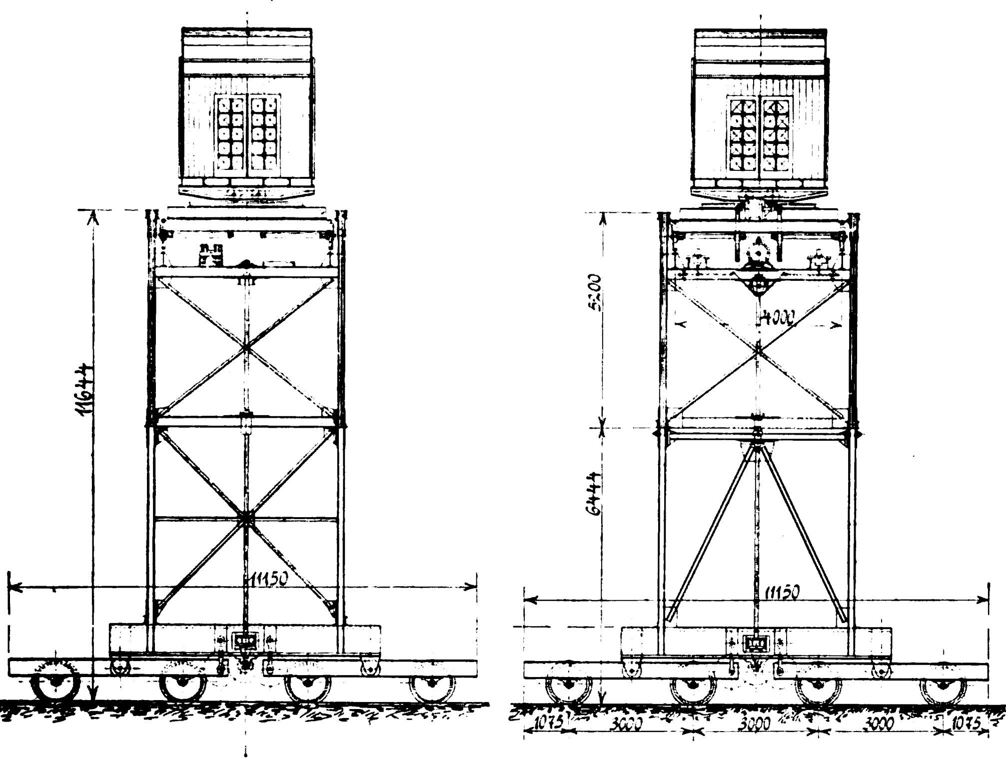


Fig. 114.
Hochbahnkran von J. Jaeger, Duisburg.

Die Eisenkonstruktion der Brücke bietet manches Bemerkenswerte. Von den beiden Brückenständern ist der landseitige fest mit der Brücke verbunden, der andere als Pendelstütze ausgebildet, um die Temperaturausdehnungen aufzunehmen. Die Ausbildung der Pendelstütze geht aus Fig. 116 hervor. Die Ständer stützen sich auf Unterwagen, die um Bolzen drehbar sind, sodass die richtige Verteilung des Druckes auf die Laufräder unabhängig von der Lage des Geleises gesichert bleibt. Letzteres besteht aus zwei mit Stehbolzen gegeneinander versteiften Schienen (Fig. 117), die den Spurkranz der Räder zwischen sich nehmen. Damit beide Schienen den gleichen Druck erhalten, was sonst namentlich bei der Pendelstütze nicht sicher wäre, sind die in Deckellagern sich drehenden Laufachsen in der Mitte mit einem kugeligen Wulst versehen, der freie Einstellung der aus 3 Teilen zusammengeschraubten Laufräder (D. R. G. M. 144590) gestattet.

Bei Sturm würde die Brücke um den Auflagerpunkt A zu kippen suchen. Um nun den vollen Radstand für die Standfestigkeit auszunutzen, kuppelt *Jaeger* die um A drehbaren Unterwagen mit dem Brückenständer durch die Lasche L, jedoch so, dass eine geringe gegenseitige Bewegung möglich ist. Nunmehr müsste die Brücke um das äussere Laufrad kippen, das Stabilitätsmoment wird also erheblich vergrössert.

Die Ausbildung der eigentlichen Brücke ist aus Fig. 119 und 120 (s. S. 52) zu ersehen. Ober- und Untergurt bestehen aus ⊏ Eisen, die durch Flacheisenverkreuzung miteinander verbunden sind. Für derartige Brücken ist dies wohl die einfachste und am meisten übliche Gurtform, da sie bequemen

Anschluss der Wandglieder gestattet und verhältnismässig niedrig ist, also dem Winde wenig Angriffsfläche bietet. Die Vertikalen haben I Querschnitt, der aus einem 160 mm hohen Stehblech und ungleichschenkligen Winkeln

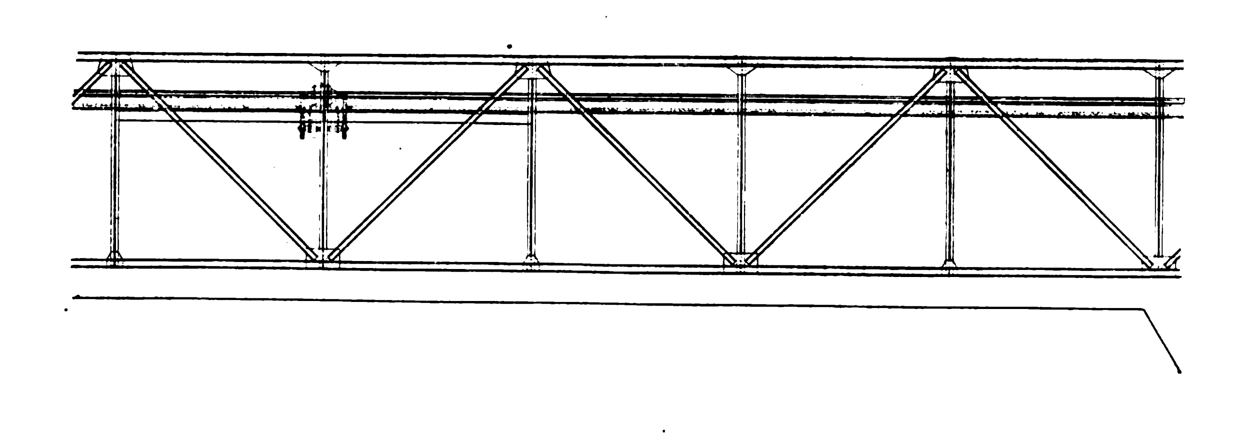




Fig. 115.
Hochbahnkran von J. Jaeger, Duisburg.

zusammengesetzt ist, während die Diagonalen aus 2 [Eisen mit Flacheisenvorstrebung auf der oberen Seite gebildet sind. Der Horizontal- und der Querverband bestehen aus Winkeleisen. Die Fahrbahnträger, 320 mm hohe I Eisen mit Laufschienen, sind mit Hilfe von quergelegten [Eisen an den Vertikalen gelagert.

Das Fahrwerk der Brücke wird durch einen in Brückenmitte stehenden Motor von 20 PS bei 960 Umdrehungen i. d. Minute angetrieben, d r mit Horizontal- und Vertikaltransmission auf die Laufräder arbeitet. Bei den meisten anderen Ausführungen hat man auf diese Verbindung der beiden Fahrantriebe verzichtet und jeden Brückenfuss einzeln durch einen besonderen Motor bewegt. Hier wurde die Kuppelung erleichtert durch die verhältnismässig geringe Stützweite, die sich aus der Verwendung des Drehkrans ergab. Muss die Brücke in Kurven fahren, so ist eine solche Verbindung natürlich ausgeschlossen.

Der Brückenfahrmotor arbeitet mit doppelt ausgeführtem Vorgelege ($t =$ ca. 26 mm, $z = {}^{10}/_{64}$) auf die horizontalen Längswellen, die nach den beiden Brückenstützen führen.

Die Wellen sind aus starkwandigem Rohr von 90 bis 100 mm äusserem Durchmesser hergestellt und in je 5 m Entfernung auf den Querverbindungen gelagert. Auf einer die beiden Längswellen verbindenden Zwischenwelle unterhalb des Motors sitzen die Scheiben zweier, durch Lüftungsmagnet bethätigter Bandbremsen, von denen die eine bei Vorwärts-, die andere bei Rückwärtsfahren wirksam ist. Die beiden vertikalen Wellen an den Brückenständern erhalten ihren Antrieb durch ein Kegelräderpaar ($t = 16\,\pi$, $z = {}^{15}/_{60}$). Damit an der Pendelstütze die Welle sich nicht klemmt, ist eine Klauenkuppelung eingeschaltet, die genügende Schiefstellung des an der Stütze gelagerten Teiles der Welle zulässt (Fig. 116), während an der anderen Seite die beiden Wellenstücke durch eine feste Kuppelung verbunden sind. Durch ein Kegelrädervorgelege am unteren Wellenende ($t = 24\,\pi$, $z = {}^{12}/_{36}$) wird ein Ritzel angetrieben, das mit Hilfe von Zwischenrädern auf die beiden innen gelegenen, verzahnten Laufräder arbeitet. Die Teilung dieser Räder beträgt 92,4 mm, doch sind die Zähne des Laufrades ihrer geringen Breite wegen stärker als normal, und die durch einen Seitenkranz verstärkten Zähne des Zwischenrades entsprechend schwächer gehalten. Die Zähnezahlen sind 12, 28 und 38.

Da es sich in einem anderen Fall gezeigt hat, dass bei starkem Sturm und öligen oder nassen Schienen die Brücke trotz festgezogener Bremsen gleitend fortbewegt werden kann, so ist die Einrichtung getroffen, dass in einem solchen Falle die Zähne des Laufrades gegen die triebstockartigen Querverbindungen der Schienen stossen, während im übrigen die Räder nicht in die Triebstöcke eingreifen, sondern einfach auf den Schienen wälzen sollen. Damit die Zähne nicht mit den Querverbindungen in Kollision kommen, musste jeder zweite Radzahn fortgelassen werden, sodass in Wahrheit das Laufrad nur 19 Zähne hat.

Zur weiteren Sicherheit gegen Forttreiben durch Sturm

Fig. 116. Fig. 117. Fig. 118.

Fig. 116—118. Pendelstütze und Fahrwerk zum Hochbahnkran von Jaeger.



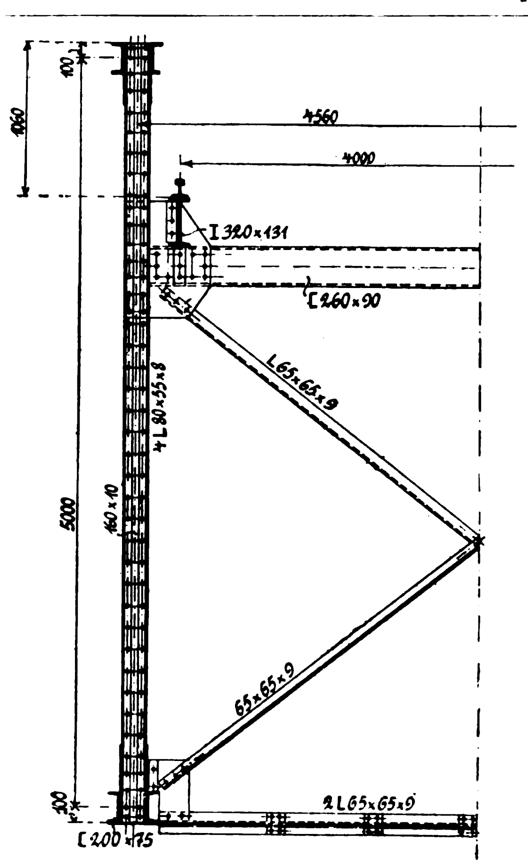


Fig. 119.

Sämtliche Zahnräder für den Fahrantrieb, sowie auch die Radkränze der Laufräder sind aus Stahlguss hergestellt.

Die Fahrgeschwindigkeit ergiebt sich zu:

$$v_1 = \frac{960}{60} \cdot \frac{10}{64} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{12}{36} \cdot \frac{12}{38} \cdot \pi \cdot 1{,}008 = 0{,}208 \ {}^{m}/_{Sek.}$$

Der Motor soll im Betriebe 15 PS verbrauchen.

Bei der Ausbildung des auf der Brücke laufenden Drehkrans von 4000 kg Tragkraft (Fig. 121 u. Fig. 122) ist darauf Rücksicht genommen, dass der Winddruck möglichst geringen Einfluss ausübt. Daher ist der Ausleger nach unten gezogen und das Schutzhaus sehr klein dimensioniert. Das wird ermöglicht durch eine eigenartige Anordnung der Winde und durch Aufhängung des Gegengewichtes ausserhalb des Gehäuses, was bei anderen Kranen wegen der Vergrösserung des Drehbereichs im allgemeinen nicht zulässig ist.

Unterwagen und Obergestell sowie die Windenschilde sind aus Profileisen bezw. Blechen hergestellt. Der Unterwagen wird von vier Laufrädern von 600 mm Durchmesser getragen und durch einen Motor von 20 PS und 960 Umdrehungen verfahren, der mit doppelseitig ausgeführter, einfacher Zahnradübersetzung die Laufachsen treibt. Die Fahrgeschwindigkeit betrug ursprünglich 2,0 ${}^{m}/_{Sek.}$, ist indessen später auf 1,6 m ermässigt worden. Dabei gebraucht der Motor nach Angabe der Firma maximal 27, normal 18 PS. Gebremst wird mit Gegenstrom. Damit der Kran seine Endstellungen nicht überfährt, sind auf beiden Seiten des Wagens Federbuffer B angebracht, die gegen ähnlich ausgeführte Buffer B_1 an den Brückenenden stossen.

Ein Abheben der Laufräder von den Schienen würde erst bei einer Belastung von 7000 kg eintreten. Um indessen für alle Fälle Sicherheit zu schaffen, sind die Querbalken Q soweit verlängert worden, dass sie mit ihren Enden unter die

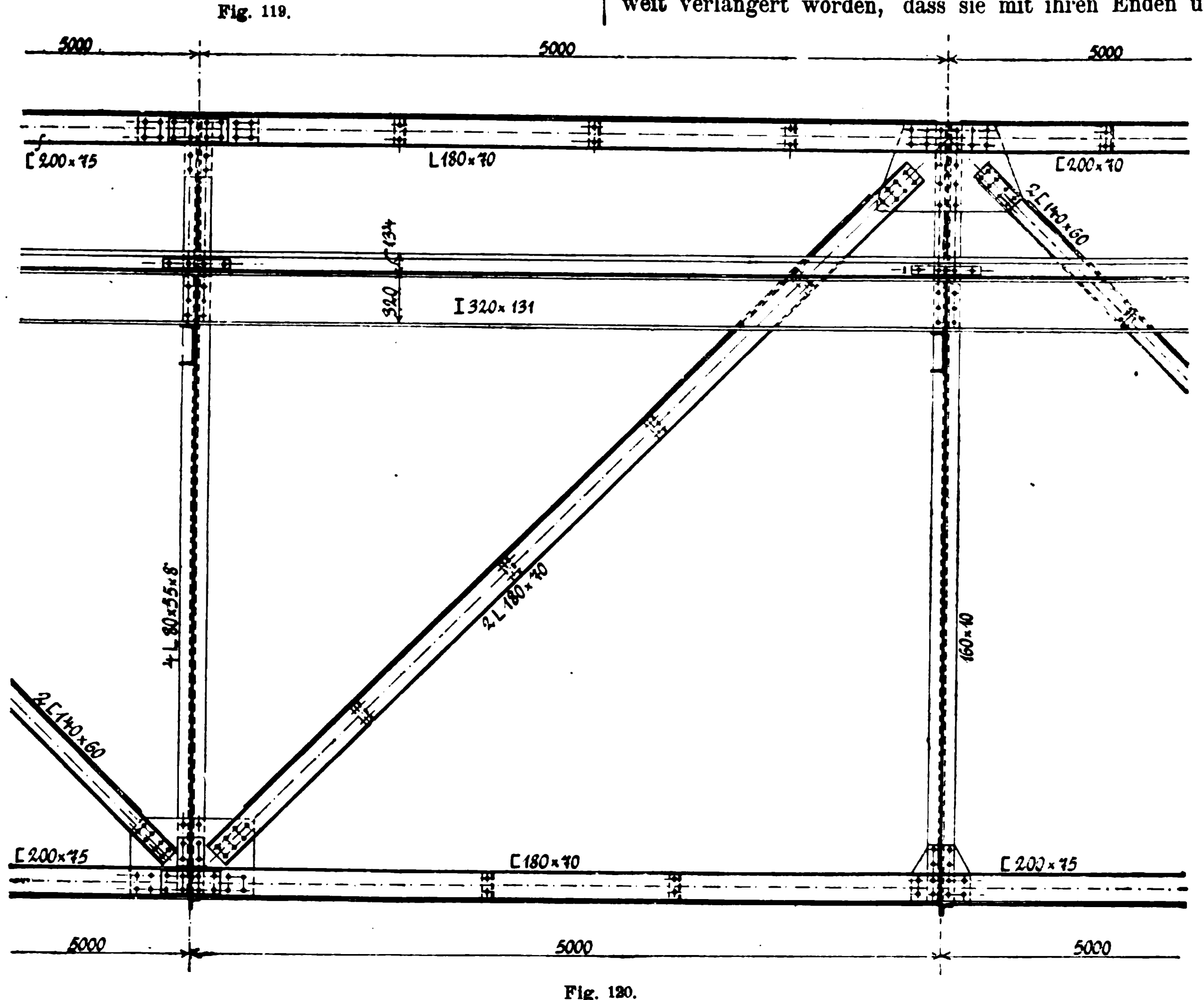


Fig. 120.

Fig. 119 u. 120. Einzelheiten der Eisenkonstruktion.

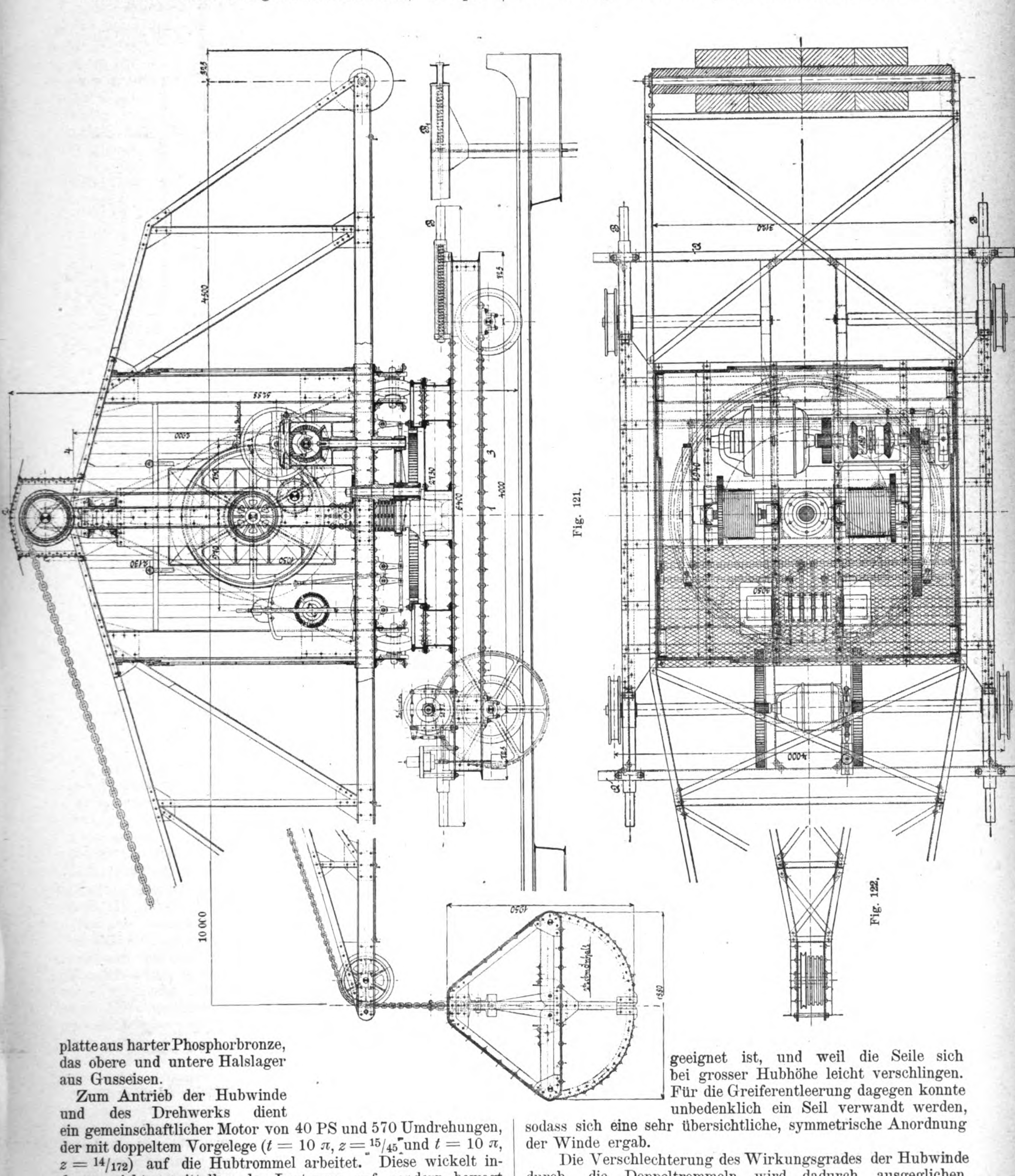
dienen Fangschuhe, die mit Ketten an die Brückenstützen angeschlossen sind und zwischen die Querverbindungen der Schienen eingelegt werden können.

oberen Gurtungen der Hauptträger greifen und somit nur ein ganz geringes Kippen zulassen.

Der drehbare Teil des Kranes stützt sich auf vier lose

laufende, mit Rotguss ausgebuchste Laufrollen und ausserdem auf eine mittlere Säule, die in den Unterwagen konisch eingesetzt ist. An dem Spurlager am Säulenkopf (Fig. 123) ist mit 4 Schrauben, also nachstellbar, eine [Eisentraverse aufgehängt, die mit den Windenschilden vernietet ist.

Die Säule besteht aus geschmiedetem Stahl, die Spurplatte aus harter Phosphorbronze, das obere und untere Halslager aus Gusseisen.



Zum Antrieb der Hubwinde und des Drehwerks dient ein gemeinschaftlicher Motor von 40 PS und 570 Umdrehungen, der mit doppeltem Vorgelege ($t = 10\,\pi$, $z = {}^{15}/_{45}$ und $t = 10\,\pi$, $z = {}^{14}/_{172}$) auf die Hubtrommel arbeitet. Diese wickelt indessen nicht unmittelbar das Lastorgan auf, sondern bewegt mittels Seil eine zweite Trommel, die oben im Gehäuse gelagert ist und zur Aufnahme der Hubkette dient. Während sonst die Unterbringung von Kettentrommeln bei grösserer Hubhöhe wegen des grossen Platzbedarfes immer Schwierigkeiten macht, ist es durch diese eigenartige Anordnung gelungen, die Grundrissfläche des Windhauses auf ein verhältnismässig sehr geringes Mass zu beschränken. Seil als Lastorgan war nicht gut anwendbar, weil es für Greiferbetrieb nicht geeignet ist, und weil die Seile sich bei grosser Hubhöhe leicht verschlingen. Für die Greiferentleerung dagegen konnte unbedenklich ein Seil verwandt werden, sodass sich eine sehr übersichtliche, symmetrische Anordnung der Winde ergab.

Die Verschlechterung des Wirkungsgrades der Hubwinde durch die Doppeltrommeln wird dadurch ausgeglichen, dass die obere Leitrolle fortfällt, die eine starke Welle erfordert und damit erhebliche Reibungsverluste verursacht hätte.

Die Entleerungstrommel wird durch eine Zwischenwelle mit 2 gleichen Stirnräderpaaren bewegt. Die Bethätigung des Greifers geschieht im übrigen genau wie bei dem in Düsseldorf ausgestellten Dampfkran, der auf S. 585 Bd. 317 beschrieben wurde. Wesentlich ist für den vorliegenden Fall, dass der Greifer in beliebiger Höhe geöffnet werden kann.

Derselbe hat $2^1/_2$ cbm Inhalt und ist in bekannter Weise nach den *Jaeger*schen Patenten No. 87836 und 71 371 mit geteilter Schliesskette und mehrrolligem Flaschenzug gebaut. Damit die Doppelkette über die Auslegerrolle aufgezogen werden kann, muss letztere drei Rillen haben. Neben ihr sitzt die Rolle für das Entleerungsseil.

Der Durchmesser sämtlicher Trommeln beträgt 493 mm, der des Lastseiles 25, die Eisenstärke der Lastkette 22 und der Durchmesser des Entleerungsseiles 19 mm.

Die Hubgeschwindigkeit ergiebt sich zu:

$$\frac{570}{60} \cdot \frac{15}{45} \cdot \frac{14}{172} \cdot \pi \cdot 0{,}493 = 0{,}40 \text{ m/Sek.}$$

Der Motor hat im Betriebe maximal 38, normal 27 PS entwickelt.

Zum Antrieb des Drehwerks dient das auf der Vorlegewelle des Hubmotors angebrachte Reibungswendegetriebe ($t = 8\,\pi$, $z = {}^{47}/_{47}$), dessen vertikale Welle mittels eines Stirnrädervorgeleges ($t = 10\,\pi$, $z = {}^{11}/_{90}$) das Schwenkritzel dreht, das in den am Unterwagen befestigten Zahnkranz eingreift. Letzterer hat 12 π Teilung, 144 Zähne, 1728 Durchmesser, das Ritzel 13 Zähne. Die Drehgeschwindigkeit der Last beträgt bei der Ausladung von 10 m:

$$\frac{570}{60} \cdot \frac{15}{45} \cdot \frac{11}{90} \cdot \frac{13}{144} \cdot 2\pi \cdot 10{,}0 = 2{,}2 \text{ m/Sek.}$$

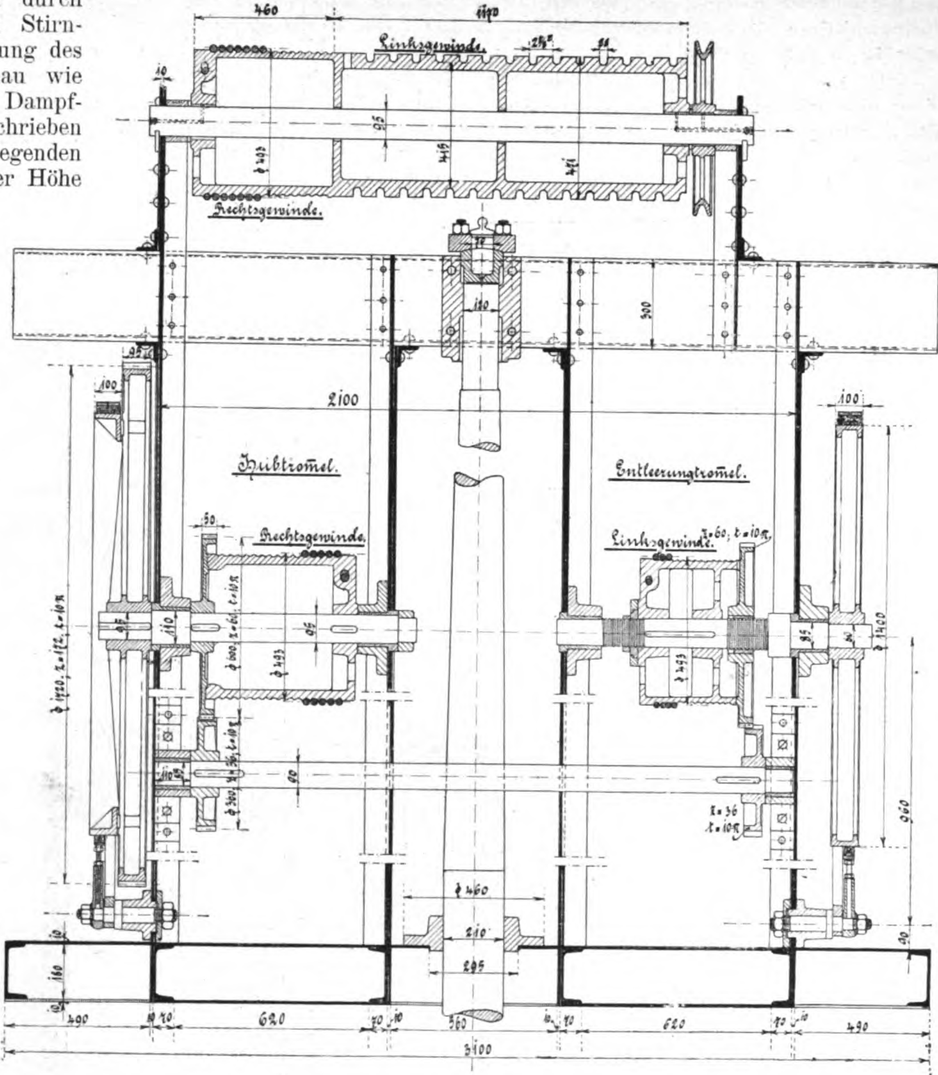


Fig. 123.
Querschnitt des Drehkrans.

Mit Ausnahme der Räder für die Wendegetriebe sind alle Lauf- und Zahnräder aus Stahlguss gefertigt und letztere fast sämtlich gefräst.

Der Maschinist hat zu handhaben die Hebel für Einrückung des Hubritzels, des Wendegetriebes und für die beiden Bremsen. Ausserdem hat er die beiden Anlasser zu bedienen, von denen der eine zum Hubmotor gehört, während der andere, ein Wendeanlasser, dem Kran- und dem Brückenfahrmotor gemeinsam ist und auf einen der beiden Motoren geschaltet werden kann. Dass infolgedessen die Fahrbewegungen der Brücke und des Krans nicht gleichzeitig ein-

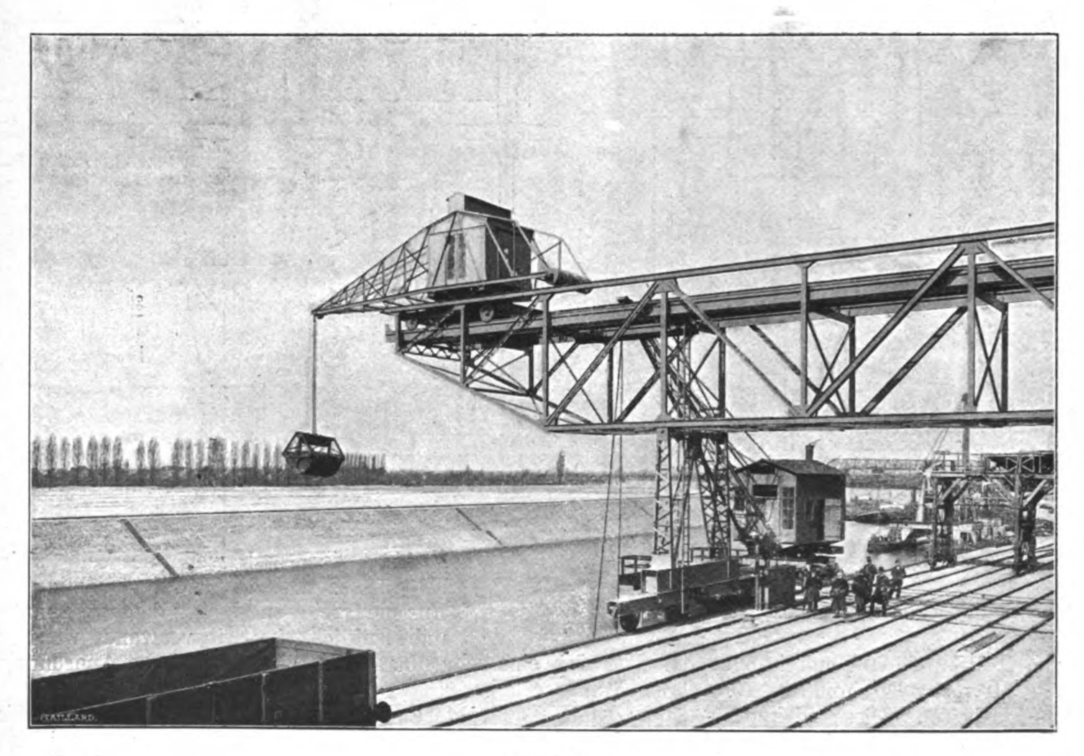


Fig. 124.
Fahrbarer Kohlenausladekran im Rheinauhafen bei Mannheim von J. Jaeger.



geleitet werden können, hat auf die Förderleistung keinen Einfluss, da die Brücke verhältnismässig selten ihren Platz wechselt.

Die Verladebrücke wird betrieben mit Drehstrom von 220 Volt Spannung, der dem landseitigen Brückenfuss durch Schleifleitungen zugeführt wird, die in einem hölzernen Kasten auf dem Boden des Platzes montiert sind. Der Kran empfängt den Strom durch 7 in der Längsrichtung auf Brückenmitte ausgespannte Drähte und 7 Schleifringe, die an der Säule befestigt sind. Die elektrische Ausrüstung lieferte die Firma *Brown, Boveri & Co., Aktien-Gesellschaft*, Mannheim-Käferthal.

Garantiert ist eine stündliche Förderleistung von 40 t. Thatsächlich wurden, wie die Firma *Jaeger* angiebt, in einer Stunde in 26 Hüben 54 t Kohle vom Schiff auf Lager befördert.

In Fig. 124 ist noch eine Abbildung des vorderen Teiles der Brücke mit Drehkran beibegfügt.

(Fortsetzung folgt).

Wert und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase.

Von **A. Dosch**, Köln.

(Fortsetzung von S. 37 d. Bd.)

2. *Die Gaswage von Custodis.*[1])

Auf ähnlichem Prinzipe wie die *Arndt*sche Gaswage beruht diejenige von *A. Custodis.* Letztere besteht aus einem gusseisernen Gehäuse (Fig. 14), welches vorn durch zwei mit Glasscheiben versehene Deckel verschlossen ist. In dem Gehäuse befinden sich drei von einander getrennte Kammern. In der oberen Kammer befindet sich ein mit grösster Genauigkeit hergestellter Wagebalken, welcher mit seiner mittleren Schneide auf einer an der Rückwand des Gehäuses befestigten Pfanne balanciert. An den beiden äusseren Schneiden des Wagebalkens sind in Gehängen Drähte aufgehängt, welche durch die Decken der beiden unteren Kammern hindurchgehen, und an ihrem unteren Ende zwei Glaskugeln *r* und *l* von genau gleichen Volumen so tragen, dass diese frei in den Kammern schweben.

Wenn die drei Kammern mit atmosphärischer Luft gefüllt sind, zeigt ein am Wagebalken befestigter Zeiger auf Null einer Skala; die letztere ist mittels einer von der Aussenseite des oberen Gehäuses drehbaren Spindel verstellbar angeordnet, so dass eine Einstellung des Zeigers erfolgen kann, ohne dass die Deckel geöffnet werden.

Durch die rechte untere Kammer können nun durch den unteren Boden (siehe Fig. 15) Rauchgase gesogen werden und die Kugel *r* wird einen, der Höhe des Kohlensäuregehaltes dieser Gase entsprechenden Auftrieb erfahren. Dieser letztere überträgt sich auf den Wagebalken und Zeiger, so dass letzterer den Kohlensäuregehalt der Gase, wenn die Skala dementsprechend eingeteilt wurde, an dieser unmittelbar anzeigen wird. Es wird dies, da die Rauchgase die untere Kammer in ununterbrochenem Strome durchstreichen, stetig der Fall sein, und es lässt sich daher jede Schwankung im Kohlensäuregehalte sofort ablesen; man kann mithin die Feuerung dementsprechend bedienen.



Fig. 14.
Gaswage von Custodis ohne Registriervorrichtung.

Barometer- und Temperaturschwankungen der Aussenluft haben keinen Einfluss auf die Richtigkeit der Angaben, da die beiden Kugeln genau gleiches Volumen haben und infolgedessen durch derartige Schwankungen in gleicher Weise beeinflusst werden, so dass sich die Einflüsse gegenseitig aufheben. Dagegen ist zu bemerken, dass selbstverständlich die Temperatur der in die Kammer tretenden Rauchgase von wesentlichem Einflusse auf die Richtigkeit der Angaben sein kann; es ist daher Bedingung, dass die Rauchgase mit annähernd der Aussenluft gleicher Temperatur in den Apparat gelangen.

Die mittels der chemischen Analysen vielfach angestellten Gegenproben sollen stets in Uebereinstimmung mit den Angaben des Apparates gestanden haben.

Um stete Kontrolle über die Thätigkeit des Heizers ausüben zu können, ohne dass derselbe unmittelbar beaufsichtigt wird, werden die Apparate mit einer Schreibvorrichtung zur selbstthätigen Aufzeichnung des Kohlensäuregehaltes in gewissen Zeitabschnitten, versehen.

Zur Aufnahme dieser Vorrichtung ist über der oberen Kammer ein weiteres Gehäuse angebracht (Fig. 15). Der Zeiger hat nach oben eine Verlängerung erhalten, welche in dieses Gehäuse hineinragt und an der Spitze mit einem Schreibstift versehen ist. Mittels eines durch ein Uhrwerk bethätigten Exzenters wird dieser Schreibstift in periodischen Zwischenräumen für einen Augenblick langsam, ohne dass Erschütterungen oder seitliche Schwankungen des Zeigers entstehen, an eine rotierende Papierrolle angedrückt und auf

[1]) Ausgeführt von *Alphons Custodis*, Düsseldorf.

dieser die jeweilige Zeigerstellung in Form eines Diagramms markiert.

Durch entsprechende Umänderung dieser Vorrichtung ist es ferner möglich, den Apparat mit Fernregistrierung zu versehen. Es geschieht dies auf elektrischem Wege und ist zu diesem Zwecke die Zeigerverlängerung nicht mit Schreib-

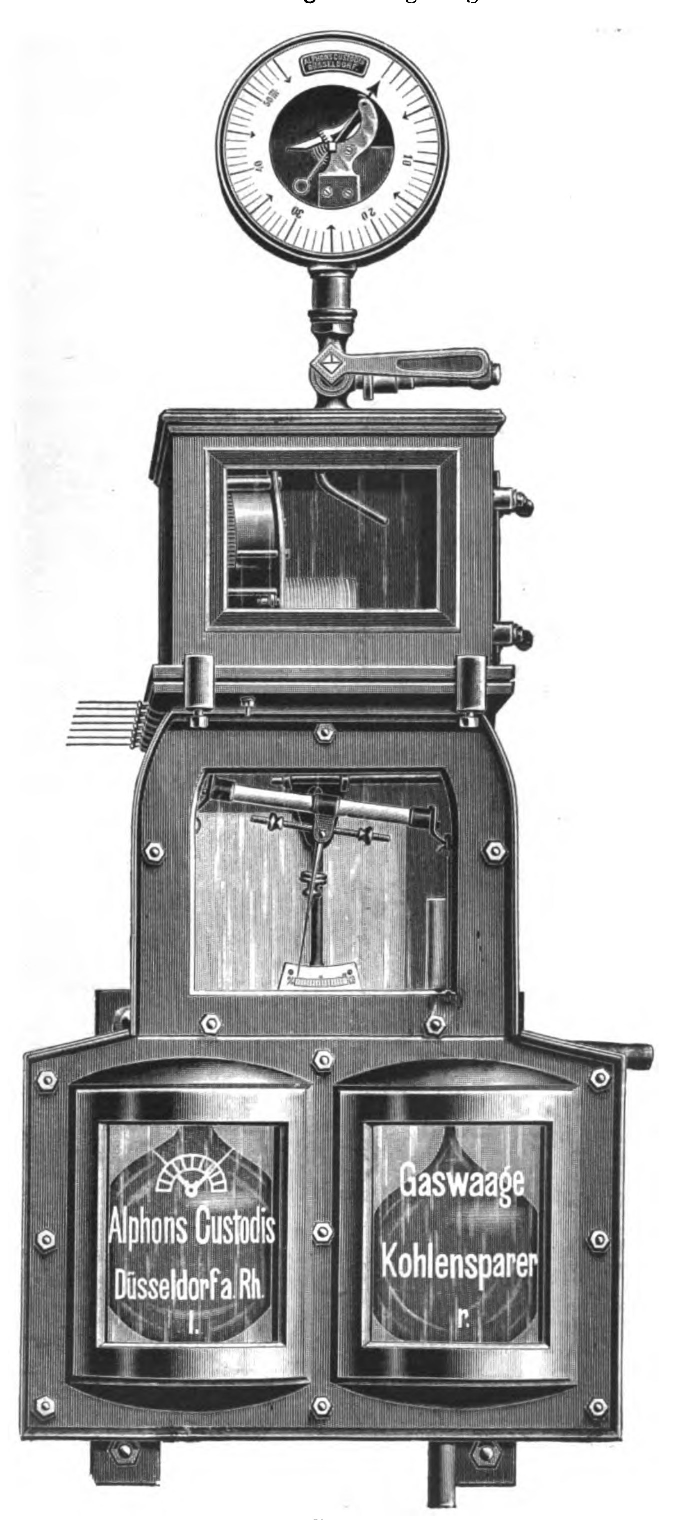


Fig. 15.
Rauchgaswage von Custodis mit Registriervorrichtung.

stift versehen, sondern sie wird durch Umdrehung des Exzenters mit elektrischen Kontakten in Berührung gebracht; hierdurch wird die in beliebiger Entfernung aufgestellte Schreibvorrichtung (Fig. 16) in Thätigkeit gesetzt.

In welchem Masse durch sachgemässe Benutzung der Gaswage eine Verbesserung des Schürens und damit Erhöhung der Nutzwirkung des Kessels erzielt werden kann, möge z. B. aus nachstehender Tabelle hervorgehen, die seitens der Königlichen Berginspektion in Neunkirchen aufgestellt ist, und zwar auf Grund von Heizversuchen, welche mit und ohne Benutzung einer Gaswage durchgeführt wurden. Wie aus der Tabelle[1]) ersichtlich, sind die Dampfkosten in dem einen Falle von M. 1,09 auf 0,77, in dem anderen von M. 1,09 auf

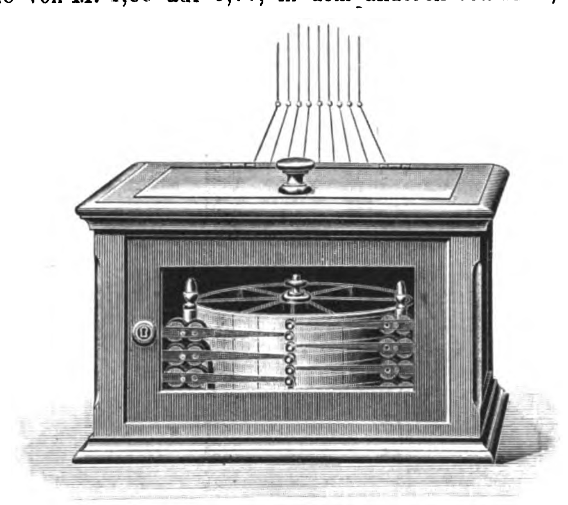


Fig. 16.
Fernregistrierung zur Rauchgaswage von Custodis.

M. 0,84 für 1000 kg Dampf gefallen, wodurch im ersten Falle eine Ersparnis von 28,9 v. H., im letzteren eine solche von 23,3 v. H. erreicht wurde.

Kessel-System	Art des Versuchs	Verdampfung für 1 kg Kohle kg Wasser	Verdampfung für die Stunde und qm Heizfläche kg	Kohlenverbrauch		Kohlenpreis für 1000 kg M.	Dampfpreis für 1000 kg M.	Ersparnis v. H.
				für den qm Heizfläche	für den qm Rostfläche			
Steinmüller-Kessel	ohne Gaswage	4,57	7,70	1,68	64	5,00	1,09	—
	mit Gaswage	6,42	13,36	2,05	79,2	5,00	0,77 (0,84)	28,9 (23,0)
Cornwall-Kessel	ohne Gaswage	4,56	12,46	2,70	73,7	5,00	1,09 (1,06)	—
	mit Gaswage	5,94	18,70	3,10	85,6	5,00	0,84	23,3 (20,7)

In Diagramm I—IV (Fig. 17—20) seien schliesslich die während einer gewissen Zeit festgestellten Höhen des Kohlensäuregehaltes gegeben und zwar stellen die Diagramme I und III den Verlauf ohne Rauchgaswage, Diagramme II und IV denjenigen mit Rauchgaswage dar. Die Höhe des CO_2 Gehaltes ist ohne Anwendung des Apparates eine äusserst wechselnde (I und III), während sie bei Benutzung der Gaswage während der ganzen Versuchszeit auf annähernd derselben Höhe verbleibt. Zu bemerken ist noch, dass bei Diagramm I Zweifel darüber nicht unberechtigt erscheinen, ob der Kohlensäuregehalt an einzelnen Stellen nicht durch andere Beimengungen der Rauchgase, etwa schweflige Säure, beeinflusst wurde, denn an einer Stelle erhält der Kohlensäuregehalt einen Wert (15,7 v. H.), wie er in der Praxis wohl nur in äusserst seltenen Fällen erreicht werden dürfte.

[1]) Dem Prospekt der die Apparate ausführenden Firma entnommen; in der Tabelle sind dort für die Dampfkosten und erzielte Ersparnis die eingeklammerten Zahlen angegeben, während ich bei Nachrechnung der Werte die über den eingeklammerten Zahlen stehenden Werte erhalten habe. Es dürfte daher wohl ein Rechenfehler oder sonstiges Versehen vorliegen. Bezeichne z und k die Verdampfungsziffer und die Dampfkosten ohne Gaswage, z_1 und k_1 die entsprechenden Werte bei Anwendung des Apparates, so ist die Ersparnis entweder $E = 100\left(1 - \frac{z}{z_1}\right)$ oder $E = 100\left(1 - \frac{k_1}{k}\right)$ in Prozent. Hier also $E = \left(1 - \frac{4,57}{6,42}\right) . 100 = \left(1 - \frac{0,77}{1,09}\right) . 100$ $= 28,9$ v. H. im ersten und $E = \left(1 - \frac{4,56}{5,94}\right) . 100 = \left(1 - \frac{0,84}{1,09}\right) . 100$ $= 23,3$ v. H. im zweiten Falle. Vergl. des Verfassers Aufsatz in Dingl. Journal 1901 S. 230 u. ff.

Vergleicht man die mit und ohne Apparat an denselben Kesseln erhaltenen Diagramme (I und II, III und IV), so ergeben sich die Wärmeverluste, welche in den einzelnen Fällen durch die Abgase herbeigeführt wurden, wenn sich der mittlere Kohlensäuregehalt bestimmt für

I = 9,8 v. H.
II = 10,2 „
III = 8,2 „
IV = 12,8 „

und wenn man ferner den Temperaturunterschied $T - t$ in allen Fällen zu 250° annimmt, zu etwa:

$$q_I = \frac{250}{9,8} \cdot 0,66 = 16,8 \text{ v. H. d. Heizw.}$$

$$q_{II} = \frac{250}{10,2} \cdot 0,66 = 16,1 \text{ v. H. d. Heizw.}$$

$$q_{III} = \frac{250}{8,2} \cdot 0,66 = 20,1 \text{ v. H. d. Heizw.}$$

$$q_{IV} = \frac{250}{12,8} \cdot 0,66 = 12,9 \text{ v. H. d. Heizw.}$$

Der Unterschied würde im ersten Falle $q_I - q_{II} = 16,8 - 16,1 = 0,7$ v.H., im zweiten Falle $q_{III} - q_{IV} = 20,1 - 12,9 = 7,2$ v. H. des Heizwertes betragen, wenn in allen Fällen Kohlen gleicher Beschaffenheit verfeuert wurden, ihr Heizwert also als gleich vorausgesetzt werden kann.[1])

3. Die Rauchgaswage von W. Dürr.[2])

Auf ähnlichem Prinzip, wie der vorbeschriebene Apparat, beruht das Dasymeter von *W. Dürr*.

Der Apparat besteht in der Hauptsache ebenfalls aus einer sehr empfindlichen Wage, welche sich in einem luftdicht verschlossenen, nach vorn mit einer Glasscheibe versehenen gusseisernen Kasten befindet. Der eine Wagebalken trägt die hermetisch verschlossene Glaskugel *o* (Fig. 21) von etwa 2 l Inhalt, der andere ein entsprechendes Gegengewicht, an welchem sich der Kompensator *c* befindet. Derselbe besteht aus einer **U** förmig gebogenen Glasröhre, welche teilweise mit Quecksilber gefüllt ist. Das eine Ende der Glasröhre ist offen, während in dem anderen, zugeschmolzenen Ende

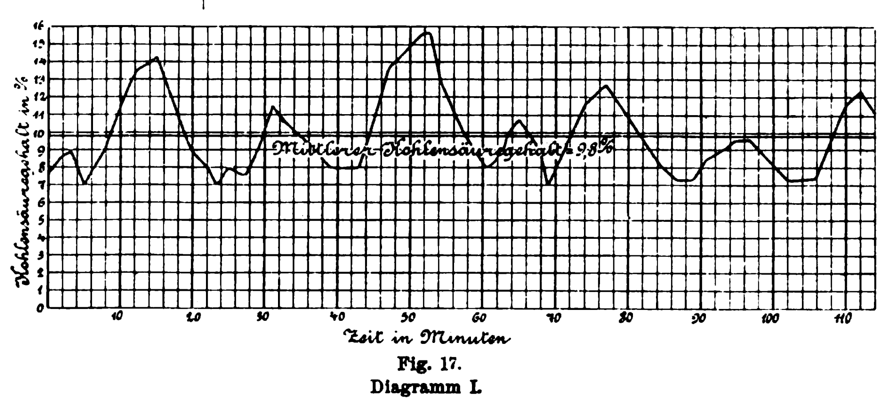


Fig. 17.
Diagramm I.

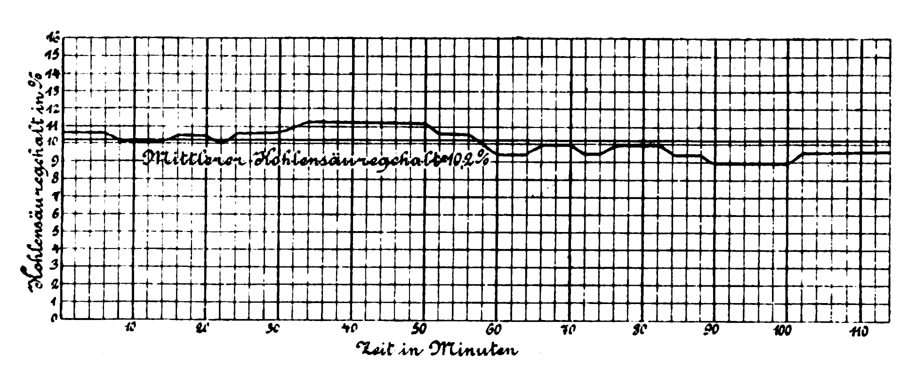


Fig. 18.
Diagramm II.

sich atmosphärische Luft befindet, welche den Einflüssen des wechselnden Barometerstandes und der Temperatur ebenso ausgesetzt ist, als die Luft oder die Gase in dem Kasten. Steigt oder fällt die Dichte der Gase infolge von Temperatur- oder Luftdruckveränderungen, so ändert in analoger Weise sich auch das Volumen der eingeschlossenen Luft und es tritt eine dieser Veränderung entsprechende Quecksilbermenge nach der einen oder anderen Seite und verschiebt den Schwerpunkt der Wage, wodurch die auf die Kugel einwirkenden störenden Einflüsse der Temperatur oder des Barometerstandes mit vollkommen genügender Genauigkeit kompensiert werden sollen. Ohne Anwendung dieser Vorrichtung würde der Apparat genaue Angaben nicht liefern.

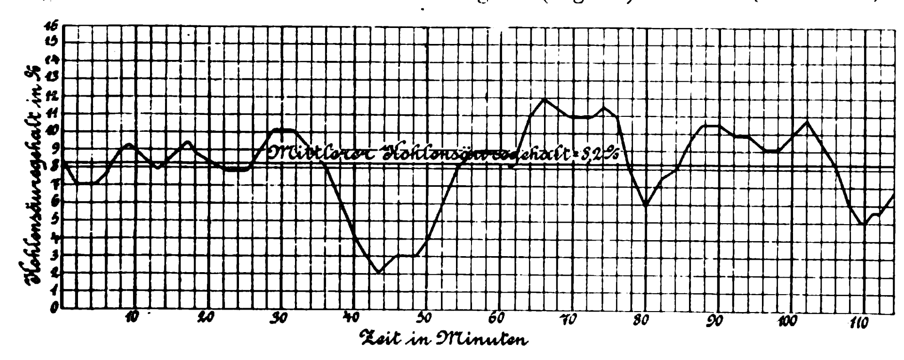


Fig. 19.
Diagramm III.

Zur genauen Einregulierung der Empfindlichkeit und des Gleichgewichtes der Wage dienen die beiden Stellschrauben *m* und *n*.

Um allen etwaigen Einflüssen der Rauchgase auf die Bestandteile der Wage vorzubeugen, sowie zur Erzielung grosser Dauerhaftigkeit sind die Wagebalkenschneiden und Pfannen aus Edelsteinen hergestellt und die Metallteile der Wage vergoldet oder verplatiniert, ausserdem noch durch einen säurebeständigen Lacküberzug geschützt.

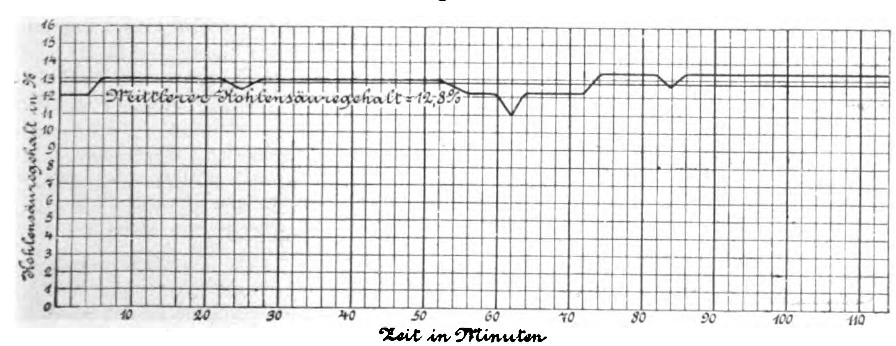


Fig. 20.
Diagramm IV.

Der Apparat ist in der Regel noch mit einem Zugmesser ausgerüstet, welcher dem Heizer die gleichzeitige Beobachtung der Zugstärke gestattet.

Der Apparat arbeitet in folgender Weise:

Der Luftstrahlapparat *S* saugt die zu untersuchenden Gase durch das in der Regel bis in die Mitte des Querschnittes des Fuchses hineinragende Rohr *e* an, und zwar

[1]) Die Ergebnisse sind mit dem Apparate von *W. Dürr* (vergl. 3) gewonnen.
[2]) *W. Dürr*, München.



geschieht dies infolge der saugenden Wirkung des Schornsteinzuges. Die Gase treten zunächst in die mit Baumwollwatte präparierten Filter (Figur 22), wo sie von Russ und Flugasche gereinigt werden; alsdann durchströmen sie ununterbrochen den Kasten des Apparates. Bei reiner Luft im Kasten spielt der Zeiger auf Null der Skala ein. Umgiebt jedoch die Kugel *o* eine spezifisch schwerere Gasart, wie sie die Heizgase sind, so erleidet die Glaskugel einen Auftrieb. Die inbetracht kommenden Grössen sind nun derart gewählt, dass ein Volumenprozent Kohlensäure im Gas einem Ausschlag der Zeigerspitze von einem Teilstrich an der Skala entspricht. Es kann somit auch bei diesem Apparat der jeweilige Kohlensäuregehalt der denselben durchstreichenden Gase unmittelbar abgelesen werden.

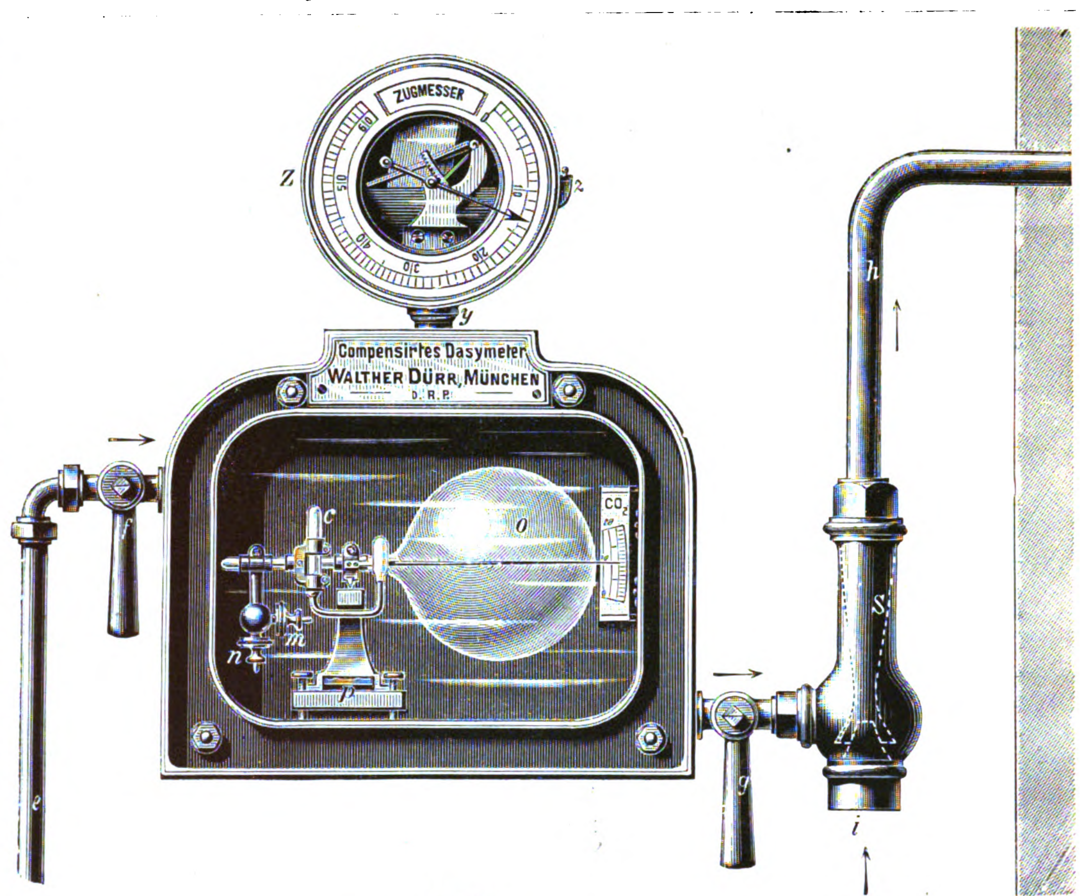


Fig. 21.
Rauchgaswage von W. Dürr.

Die mittels der chemischen Analyse vielfach angestellten Gegenproben sollen auch bei wechselnder Temperatur und verschiedener Spannung der zu untersuchenden Gase stets mit den Angaben des Apparates übereingestimmt haben.



Fig. 22. Filter.

Da hier alle Teile des Apparates von Rauchgasen umgeben werden, so ist nicht zu verkennen, dass die Abnutzung dieser Teile, wenn dieselben nicht besonders gut geschützt oder wenn der Schutzüberzug beschädigt ist, eine verhältnismässig grosse werden kann; auch können die beweglichen Teile, wenn die Wattefilter nicht stets gut in Ordnung gehalten werden, leicht verschmutzen, wodurch natürlich die Genauigkeit der Angaben nicht unwesentlich beeinflusst werden kann.[1])

4. *Die hydrostatische Gaswage nach Krell-Schultze.*[2])

Die bisher behandelten Apparate ermittelten den Kohlensäuregehalt auf die Art, dass ein bestimmtes Volumen an Rauchgasen gegenüber dem gleichen Volumen atmosphärischer Luft gewogen wurde. Wenn dieses Verfahren an sich nun auch ebenfalls bei der Gaswage nach *Krell* Anwendung findet, so unterscheidet sich letztere doch dadurch von den vorbesprochenen Apparaten, dass bei ihr zwei Gassäulen (Luft und Rauchgase) von verhältnismässig grosser Länge gegeneinander gewogen werden; ferner sind hier ausser der Sperrflüssigkeit alle beweglichen Teile vermieden.

Der Apparat besteht in der Hauptsache aus dem Standrohr *A* und dem Manometer *B* (Fig. 23).

[1]) Wie mir der Erfinder mitteilt, ist sein Apparat an vielen Stellen mit bestem Erfolge eingeführt gewesen. Er hat jedoch die Fabrikation des Dasymeters als nicht lohnend aufgegeben, da sich auch insofern Unzuträglichkeiten einstellten, als der Erfinder zur Inbetriebsetzung jedes neu aufgestellten Apparates persönlich an Ort und Stelle anwesend sein musste.

[2]) *G. W. Schultze*, Berlin SW.



Das Standrohr A ist eine starkwandige Messingröhre von etwa 20 mm lichter Weite und 2 m Höhe. An dem oberen und unteren Ende des Rohres befinden sich die Hähne a und b, welche durch die Stange c mit einander gekuppelt sind, so dass sie also gleichzeitig ihre Stellung ändern müssen. Die Hähne a und b haben die aus den Fig. 24—27 ersichtlichen Bohrungen. Bei Hochstellung der Stange korrespondieren die Bohrungen Fig. 24 und 25 mit einander, bei Tiefstellung die Bohrungen Fig. 26 und 27. Stehen die Hähne a und b nach Fig. 24 und 25, so werden, wenn Hahn a mit einer Quetschpumpe (Beschreibung siehe unter den Absorptionsapparaten) und Hahn b mit dem Gasentnahmerohr in Verbindung gebracht wird, oder umgekehrt, die Rauchgase angesogen. Werden nun die Hähne a und b in die Stellungen Fig. 26 und Fig. 27 gebracht, so wird nunmehr das untere Ende des Standrohres in Verbindung mit

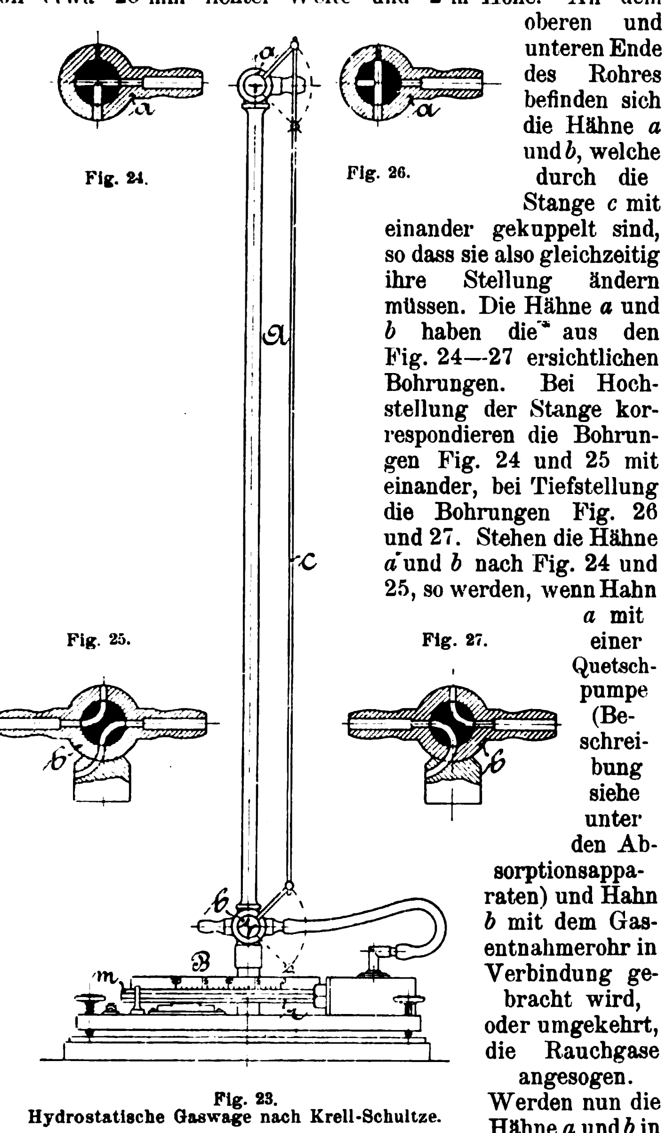


Fig. 23.
Hydrostatische Gaswage nach Krell-Schultze.

einem äusserst empfindlichen Manometer gebracht, während A nach oben etwas geöffnet ist, also in Verbindung mit der atmosphärischen Luft steht. Die Flüssigkeit in dem Manometer steht also einerseits unter dem atmosphärischen Drucke, andererseits unter dem atmosphärischen Drucke plus dem Drucke einer Rauchgassäule von dem Volumen des Standrohres, minus dem Drucke einer Luftsäule von demselben Volumen. Wird der Atmosphärendruck mit A, der Druck der Rauchgassäule mit g_r, derjenige der Luftsäule mit g_L bezeichnet, so ist der Gewichtsunterschied, welcher auf das Manometer einwirkt, demnach

$$g_D = (A - g_L + g_r) - A = g_r - g_L$$

d. h. es werden hier zwei Gassäulen (Rauchgase und Luft) gegeneinander abgewogen.

Da die Grösse des Gewichtsunterschiedes an und für sich keine bedeutende sein kann, so muss das verwendete Manometer ein äusserst empfindliches sein. Um hier alle beweglichen Teile zu vermeiden, geschieht die Messung auf hydrostatischem Wege. Das Messrohr r ist in einer Neigung von $\frac{1}{400}$ schräg gelegt und mit reinem Alkohol von 0,8 spezifischem Gewicht gefüllt. Die Skala ist derart angefertigt, dass jeder Teilstrich unmittelbar 1 v. H. Kohlensäure angiebt (genaueres hierüber siehe unter 5).

Mit dem beschriebenen Apparate kann man nach jedesmaligem Ansaugen von Gasen in das Standrohr A, den Kohlensäuregehalt durch Umschalten der Hähne unmittelbar ablesen und man muss anerkennen, dass, wenn die Angaben mit denjenigen der chemischen Analyse übereinstimmen — wofür im übrigen von dem Verfertiger der Apparate Gewähr übernommen wird — der Apparat zu empfehlen sein wird und geeignet sein dürfte, die chemische Analyse, welche für die Praxis in mancher Hinsicht Mängel resp. Unbequemlichkeiten bietet, teilweise oder ganz — je nach Umständen — zu ersetzen. Die Handhabung des Apparates kann eine äusserst einfache genannt werden, die Bestimmung geht äusserst rasch von statten und bedarf insbesondere keiner besonderen Einübung. Der Kohlensäuregehalt wird in etwa einer Minute nach Füllung des Standrohres angezeigt und kann die Bestimmung daher beliebig oft erfolgen.

Bei der betriebsfertigen Aufstellung solcher Apparate ist insbesondere darauf zu achten, dass sie nach jeder Richtung hin genau wagerecht stehen, wozu zwei senkrecht zu einander stehende Wasserwagen dienen.

(Fortsetzung folgt.)

Neuere Pumpen.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Schluss v. S. 42 d. Bd.)

Eine gedrängte Gesamtanordnung zeigen die liegenden Verbundpumpmaschinen des Wasserwerkes in Saratoga (Nordamerika). Die Kolben der zwei übereinander liegenden, ummäntelten Dampfzylinder jeder Maschinenseite von 900 bezw. 1050 mm Bohrung und 900 mm Hub arbeiten, wie Fig. 52 und 53 erkennen lassen, auf einem zweiarmigen Schwinghebel, an dem ferner die nach Aussenkurbeln einer Schwungradwelle führenden Lenkstangen angreifen.

Die Dampfeinströmung der oberen Hochdruckzylinder regeln Doppelsitzventile mit von Hand einstellbarem Hub; dieselben unterstehen ausserdem der Wirkung eines Regulators derart, dass Füllungsänderungen je nach der Spannung des in den Druckrohren fliessenden Wassers eintreten. Zur Ausströmung des Dampfes in Hoch- und Niederdruckzylinder sind Rostschieber angeordnet, die, wie Fig. 53 genügend erkennen lässt, von Exzentern einer von der Schwungradwelle mittels konischer Räder angetriebenen Vorgelegewelle aus bewegt werden. Jedes Zylinderpaar betreibt eine doppelwirkende Pumpe von 500 mm Durchmesser und 900 mm Hub, deren Pumpenstange mit der Kolbenstange des betreffenden Niederdruckzylinders direkt gekuppelt ist.

Die in rechteckigem Querschnitt gehaltenen Pumpenkörper haben folgende Hauptabmessungen:

Länge der beiden Kammern jeder Pumpe	2285 mm
Breite	685 „
Höhe	885 „
Inhalt jeder Pumpenkammer	705 l

Die Maschine soll nach den Lieferungsbedingungen mit 6,6 kg/qcm Dampfspannung und 16 minutlichen Umdrehungen 15150 cbm in 24 Stunden fördern, die Nutzleistung 238000 mkg für 1 kg Brennmaterial betragen. Versuche, welche *Porter* anstellte, brachten nachstehende Ergebnisse:

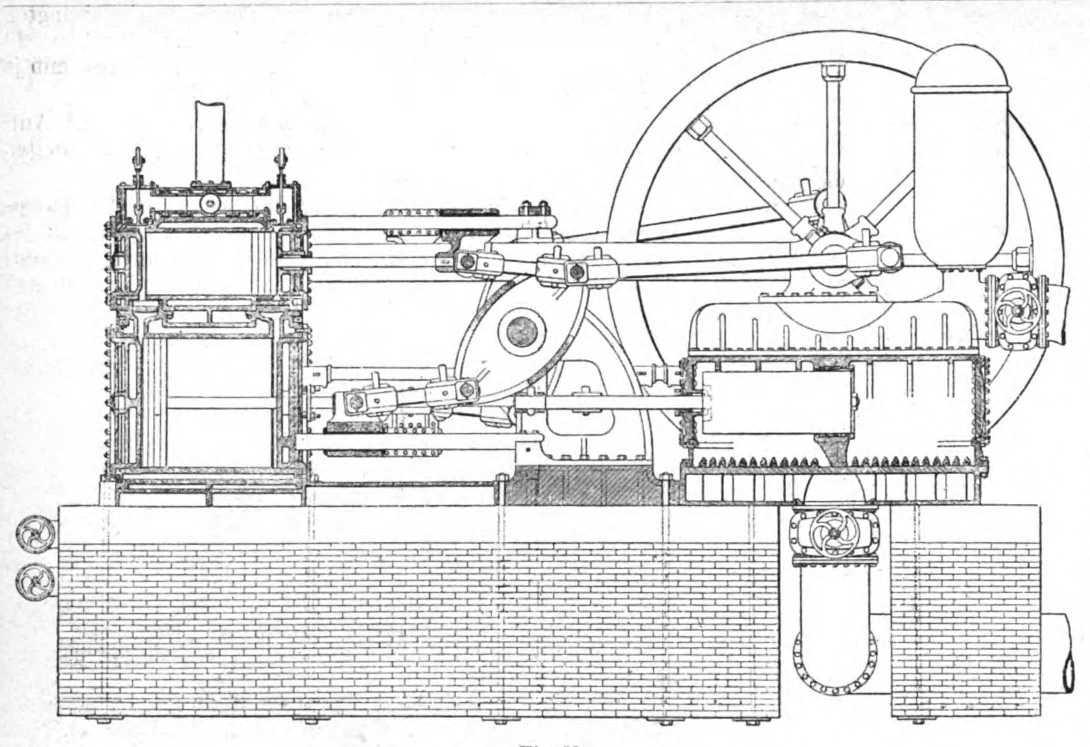


Fig. 52.
Verbundpumpmaschine des Wasserwerkes in Saratoga.

Kesselspannung des Dampfes	6,15 $^{kg}/_{qcm}$
Verdampfungsziffer des Brennmaterials	10,9
Anzahl der minutlichen Umdrehungen .	19,37
Indizierte Leistung	185,7 PSi.
Geschwindigkeit der Plungerkolben .	0,60 $^{m}/_{Sek.}$
Nutzleistung von 1 kg Kohle . . .	305000 mkg
Kohlenverbrauch für 1 $^{PS}/_{Std.}$ . . .	0,861 kg

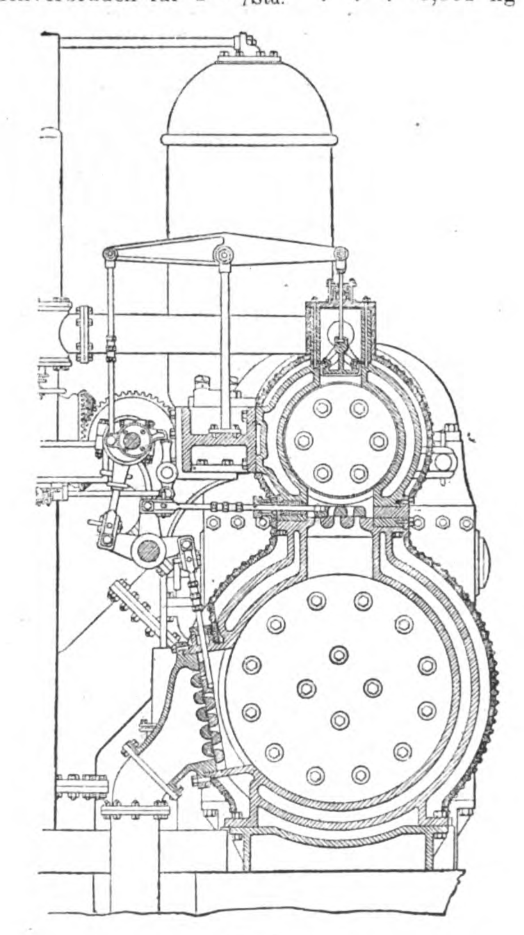


Fig. 53.
Verbundpumpmaschine des Wasserwerkes in Saratoga.

Ein etwa 4 Monate später mit 6,20 $^{kg}/_{qcm}$ Dampfspannung, 683 mm Luftleere und 17,9 minutlichen Umdrehungen angestellter Versuch ergab eine indizierte Leistung von 197,8 PSi. und eine Nutzleistung für 1 kg Kohle — gemessen in gehobenem Wasser — von 324000 mkg.

Die Wasserwerksanlage in Yokohama besteht aus zwei gleichen, von *Hathorn and Dovey* in Leeds erbauten Pumpmaschinen der aus Fig. 54 ersichtlichen Bauart.

Jede Maschine hat zwei Verbundzylinder, von denen der den Kesseldampf aufnehmende Hochdruckzylinder mit einer von Hand veränderlichen oder von der Höhenlage eines im Hochdruckbehälter liegenden Schwimmers abhängigen Dampfverteilung arbeitet. Die durchgehende Kolbenstange dieses Zylinders betreibt die zum Kondensator gehörige Luftpumpe, während diejenige des Niederdruckzylinders mit der Kolbenstange der Fig. 55 und 56 im Schnitt dargestellten doppeltwirkenden Wasserpumpe direkt gekuppelt ist; über der letzteren ist der Oberflächenkondensator aufgestellt.

Jede Maschine ist mit einem kleinen Sicherheitsregulator ausgerüstet, der die Dampfeinströmung unterbricht, sobald die Maschine ihre höchste Geschwindigkeit erreicht hat.

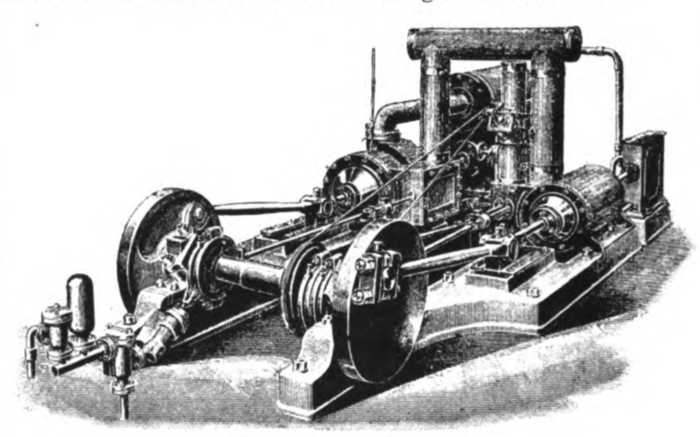


Fig. 54.
Pumpmaschine von Hathorn and Dovey.

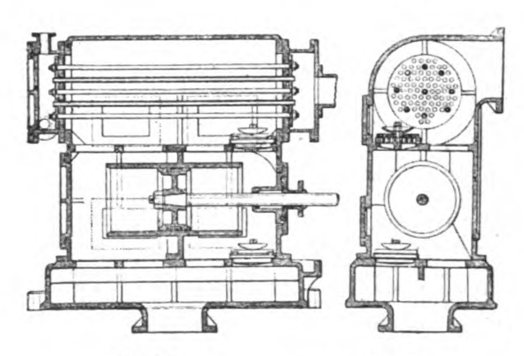


Fig. 55. Fig. 56.
Doppeltwirkende Wasserpumpe von Hathorn and Dovey.

Die Hauptabmessungen der Maschinen-Anlage sind folgende:

Durchmesser des Hochdruckzylinders . . .	300 mm
Durchmesser des Niederdruckzylinders . . .	500 „
Gemeinsamer Hub	385 „
Durchmesser der Pumpe	375 „
Anzahl der Dampfkessel für beide Maschinen	3
Länge der Kessel	4270 „
Durchmesser der Kessel	1370 „
Kesselspannung	5,9 kg/qcm

Die Wasserversorgung von Prag erfolgt durch doppeltwirkende von eisernen Wasserrädern mit hölzernen Schaufeln betriebene Pumpen, die das in Filterschächte gesammelte Wasser in einen 56 m über Flussspiegel gelegenen Behälter fördern. Die Wasserradwelle trägt ein Zahnrad von 4070 mm Durchmesser und 140 Zähnen; dasselbe steht mit einem Getriebe von 1570 mm Durchmesser und 54 Zähnen in Eingriff, dessen Welle an den Enden zum Betreiben der liegend angeordneten doppeltwirkenden Pumpen dienende Kurbeln trägt.

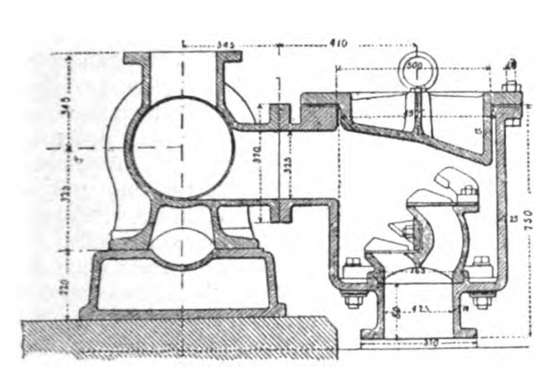


Fig. 57.
Pumpe zur Wasserversorgung von Prag.

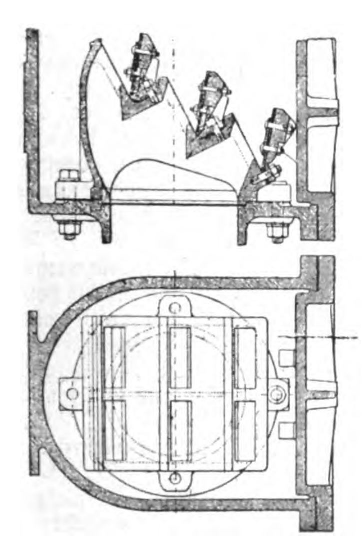


Fig. 58.
Druckventile.

Die Einzelteile der Pumpen und der Druckventile sind in Fig. 57 und 58 erkennbar.

Die Pumpenmitte liegt etwa 7 m über dem höchsten Wasserspiegel in den Schächten.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Durchmesser der Pumpenkolben	274 mm
Hub	878 „
Mittlere minutliche Umdrehungszahl . . .	7,5
Mittlere Kolbengeschwindigkeit	0,225 m
Durchmesser der Druckrohre	385 mm
Länge	2500 m
Förderungen der Pumpen in 24 Std. . . .	2190 cbm

Nach langjährigen Erfahrungen werden mittels der Pumpen 57 Prozent der verfügbaren Wasserkraft nutzbar gemacht; der Rest von 43 Prozent entspricht den hydraulischen Verlusten und den auftretenden Reibungswiderständen.

Zur Wasserversorgung von Long Eaton, Castle Donington und Melbourne dienen zwei von *Tangyes Brothers* in Birmingham erbaute liegende Verbundpumpmaschinen mit je zwei in Tandem hintereinander liegenden Zylindern.

Fig. 59 und 60 lassen die äussere Ansicht und Aufstellung der Maschine zu beiden Seiten des 3400 mm weiten Pumpenschachtes erkennen.

Jede Maschine betreibt zwei Pumpen: eine Hubpumpe mit Plungerkolben, die das Wasser in einen ausserhalb des Maschinengebäudes aufgestellten Behälter fördert, und eine doppeltwirkende Druckpumpe, die es in den 65 m höher und etwa 8850 m entfernt liegenden Hauptbehälter zu Castle Donington drückt.

Die Hauptabmessungen jeder Maschine sind nachstehend gegeben:

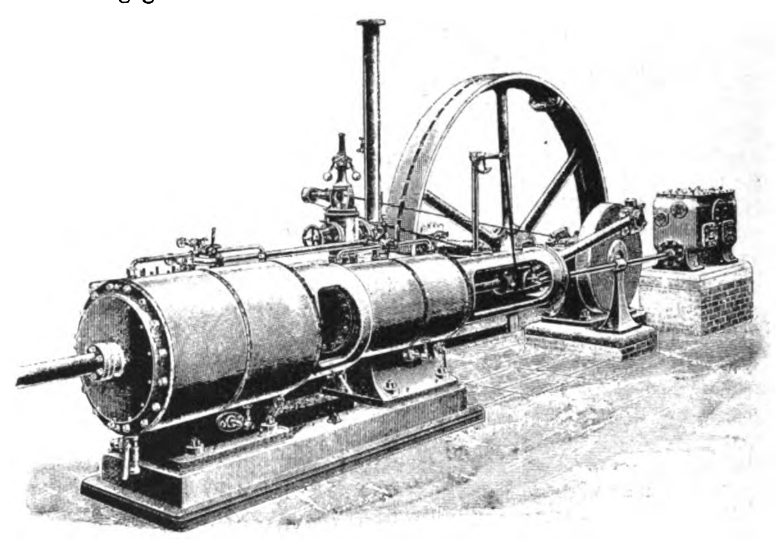


Fig. 59.
Verbundpumpmaschine von Tangyes Brothers.

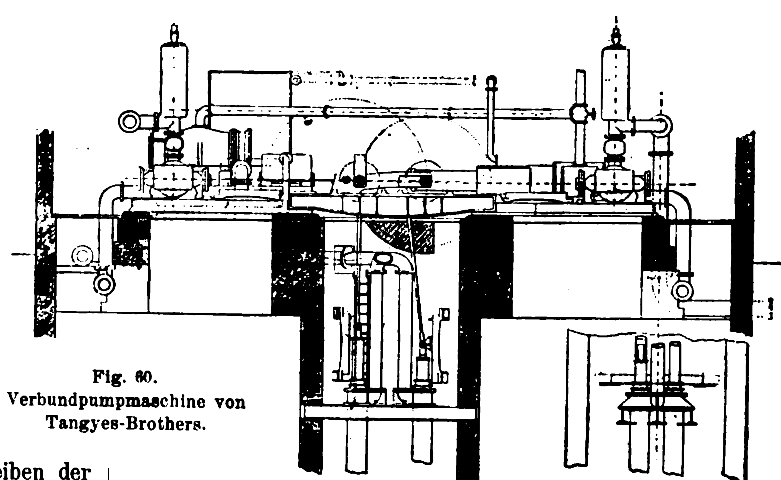


Fig. 60.
Verbundpumpmaschine von Tangyes-Brothers.

Durchmesser des Hochdruckzylinders . . .	262 mm
Durchmesser des Niederdruckzylinders . .	500 „
Gemeinsamer Hub	800 „
Durchmesser des Plungers der Hubpumpe .	350 „
Durchmesser des Druckpumpenkolbens . .	250 „
Kesseldruck	7,7 kg/qcm
Länge der gesamten Rohrleitung	50 km
Stündliche Fördermenge	272 cbm

In der Station Clingford Mill der Wasserwerksanlage von East-London befindet sich eine von *J. Cochrane* in Barrhead bei Glasgow erbaute liegende Vierfach-Expansionspumpmaschine mit Kondensation.

Hochdruck- und erster Mitteldruckzylinder arbeiten nach Engineering vom 12. Juli 1895 auf die eine, zweiter Mitteldruck- und Niederdruckzylinder auf die andere, um 90° gegen die erstere versetzte Kurbel einer Schwungradwelle, deren Getriebe mit dem Zahnrad einer Vorgelegewelle in Eingriff steht; an den Kurbeln der

letzteren angreifende Lenkstangen betreiben mittels Schwinghebel die senkrecht aufgestellten Pumpen von je 534 mm Durchmesser. Die Dampfzylinder haben 305, 432, 610 und 762 mm gemeinsamen Hub. Die Dampfverteilung des Hochdruck- und ersten Mitteldruckzylinders regeln vom Regulator beherrschte *Corliss*-Hahnsteuerungen, diejenige des zweiten Mitteldruck- und Niederdruckzylinders von Hand stellbare *Meyer*-Steuerungen gewöhnlicher Bauart.

Die anfängliche Spannung des in 2 Lancashirekesseln erzeugten Dampfes beträgt 11,25 $^{kg}/_{qcm}$; die Umdrehungszahl der Maschine 75 in der Minute.

Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von Gasglühlicht.

Von **Rudolf Mewes** und **Moritz Scharfberg** in Berlin.

Das neue Verfahren zur Erzeugung von Gasglühlicht, insbesondere von grossen Gasglühlicht-Bogenlampen, geht von dem Grundgedanken aus, dass ein Fortschritt in der Gasglühlicht-Technik nur noch dadurch erzielt werden kann, dass bei der Erzeugung des Lichtes das Prinzip des Oberflächenlichtes, wie es bei den Leuchtkäfern, faulendem Holz, Phosphor u. dgl., infolge der Verbrennung an bezw. unmittelbar in der Oberflächenschicht des Leuchtkörpers in ökonomisch bisher überhaupt von keiner künstlichen Lichtquelle erreichten Weise sich bildet, zusammen mit den übrigen die Leuchtkraft erhöhenden Bedingungen, wie Temperatursteigerung, Massenverminderung des Leuchtkörpers bei grösstmöglicher Leuchtfläche, Schutz gegen Wärmeverluste durch Leitung, Druckbemessung und Zusammensetzung des Brennstoffgemisches, Form und Anordnung der Leuchtkörper u. s. w., die Grundlage des Verfahrens bildet und der Arbeitsprozess so geleitet wird, dass man zur Verminderung der Beleuchtungskosten Ablicht erhalten oder bei direkter Lichterzeugung die Abwärme und vorhandene Spannungsgefälle für mechanische Arbeitsleistung, für Beheizung u. dgl., für Elektrizitätserzeugung und event. durch deren Hilfe für teilweisen Ersatz des Brennstoffgemisches ausnutzt.

Zur Lösung dieser schwierigen, bisher vergeblich versuchten Aufgabe muss man nicht nur die besten bekannten Leuchtkörper bezw. Leuchtkörpergemische oder -vereinigungen verwenden, sondern, entsprechend den neuesten Untersuchungen über die Entstehung des Leuchtens lediglich durch chemische, insbesondere Oxydationsvorgänge, die das Leuchten bewirkende Oxydation der Brennstoffe unmittelbar an oder in die Oberfläche des Glühkörpers verlegen. Als Mittel hierzu kann man die Eigenschaft gewisser Stoffe, wie Platin, Palladium, Baryumoxyd, Braunstein u. s. w., — Sauerstoff oder Wasserstoff besonders bei feinster Verteilung dieser Stoffe auf die Oberfläche, auf letzterer zu verdichten, — dazu benutzen, die Verbrennung direkt an die Oberfläche des Leuchtkörpers zu verlegen, wie dies durch die bekannten Versuche von Davy, durch das Döbbereinersche Feuerzeug, durch die Gasfernzünder und andere Vorgänge als möglich nachgewiesen ist.

Vorbedingung für das Gelingen dieses Arbeitsverfahrens ist, dass die bei einer solchen Oxydation erzeugte Temperatur höchste Weissglut ergiebt, aber keine Explosion des Brennstoffgemenges bewirkt. Nun erfordert aber jedes brennbare Gas oder Gasgemenge eine bestimmte Temperatur, um es zur Entzündung zu bringen; mischt man mit demselben ein indifferentes Gas, so wird dasselbe sich abkühlen, sodass das Gemenge nicht mehr oder nur schwer entzündbar ist. Recht günstig liegen für den vorliegenden Zweck die Verhältnisse beim Knallgas und Wassergas, welche ja vorwiegend für die Glühlichttechnik in Frage kommen, denn Knallgas explodiert noch, wenn man einen Raumteil mit 2,82 Kohlendyoxyd, 3,37 Wasserstoff oder 9,35 Sauerstoff mischt, aber nicht mehr, wenn man 2,89 Kohlendyoxyd, 3,93 Wasserstoff oder 1063 Sauerstoff hinzufügt. (Bunsen, Gasometrische Methoden.) Die Entzündungstemperatur dieser Gemische ist:

Knallgas und	Kohlendyoxyd	1790,6°
„ „	Wasserstoff	2116,8°
„ „	Sauerstoff	857,3°

Der letzte Fall ist wegen zu niedriger Temperatur für das vorliegende Verfahren nicht geeignet. Die Verbrennungstemperatur und die Leuchtstärke kann man ferner nach den Versuchen von *Cailletet* (Dinglers Polyt. Journal, 1875) noch durch Erhöhung des Druckes, unter welchen die Verbrennung erfolgt, erheblich steigern.

In welcher Weise man die vorstehenden Vorgänge zur Erzielung des günstigsten Effektes in dem Arbeitsverfahren zu vereinigen hat, hängt von den äusseren Bedingungen und der Natur der benutzten Brennstoffgemische ab. Jedenfalls kann man nach vorsteh nden Versuchsergebnissen, insbesondere bei Verwendung von Knallgas, die Verbrennung nur an oder in der Oberflächenschicht von Platin, Palladium bewirken, ohne dass der zugeführte Gasstrom selbst als ganzes sich entzündet. Hierdurch erlangt man aber den technischen Vorteil, dass nur gerade soviel Brennstoff verbraucht wird, als gerade zur Erhaltung des Glühkörpers auf der wenig unter 1800 bezw. 2100 Grad liegenden Temperatur unbedingt erforderlich ist. Es werden also die durch die abziehenden Verbrennungsprodukte bedingten Verluste auf ein Minimum herabgedrückt.

Bei Beheizung der inneren Oberfläche des Glühkörpers kann man dies übrigens auch durch eine reine Knallgas-Gebläseflamme bei richtiger Einstellung derselben erzielen, da in diesem Falle die Verbrennungsgase nicht unausgenutzt nach aussen abziehen können. In letzterem Falle vermag man sogar, wenn man nur die bekannten Katalytglühkörper bezw. deren Mischungen als Glühkörper benutzt, bei Anwendung des Knallgasgebläses die Verbrennungstemperatur und damit die Leuchtkraft noch etwas zu erhöhen. Ausserdem wird, da die Verbrennungsprodukte nur aus Wasserdampf bestehen, und bequem nach einem Schornstein oder Entlüftungsschacht abgeleitet werden können, ein Licht geschaffen, das in gesundheitlicher Beziehung mit dem elektrischen Glühlicht vollkommen wetteifern kann.

Die vorstehenden Umstände und Vorgänge bedingen die Ausführungsform der Leuchtvorrichtung und ermöglichen auch gleichzeitig durch die dadurch bestimmten Verhältnisse die angestrebte Arbeitsweise des Ablichtes oder der Ausnutzung der Abwärme oder Abenergie.

Die beiliegenden Zeichnungen zeigen einige nach dem vorbeschriebenen Verfahren arbeitende Leuchtvorrichtungen.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist der innere Zylinder *a* aus Platin, Palladium oder anderem geeigneten Material, Metalllegierungen bezw. feuerfester Metallverbindung, wie Karborundum u. dgl., von einem als Glühkörper dienenden Mantel *b* aus den in der Leuchttechnik benutzten Oxyden, wie Thor, Cer, Lanthan, Magnesia, Kalk u. dgl., unmittelbar umgeben, während die innere Fläche des Zylinders *a* mit einem dünnen Ueberzuge von Platin- oder Palladiummoor bezw. einem Gemisch aus beiden ganz oder teilweise überzogen sein kann. Das Brennstoffgemisch, am besten Knallgas, wird durch eine Zuleitung *c*, welche zweckmässig als *Daniel*'scher Hahn ausgebildet wird, in das Innere des ganzen Leuchtkörpers eingeführt und durch Ableitung *d* abgeführt, um sodann je nach Belieben die Abgase für Heiz- und Kochzwecke oder auch zum Betriebe von Abwärmekraftmaschinen zu verwenden. Ein den Glühkörper umhüllender geschlossener oder offener Schutzzylinder aus Glas ist nicht dargestellt worden.

Der Mantel *b* oder der innere Zylinder *a* können auch für sich als Glühkörper dienen. Der erstere wird lediglich aus einem Gemisch der genannten Oxyde oder auch gleichwertiger Metallverbindungen gefertigt und dann innen mit einem Ueberzug aus Platin- oder Palladiummoor ganz oder teilweise versehen. Der metallische Glühkörper kann rein

metallisch bleiben oder aussen mit einer pulverförmigen Schicht aus den beim Gasglühlicht gebräuchlichen Oxyden überzogen werden. Die Zufuhr des Brennstoffgemisches und die Ableitung der Verbrennungsprodukte bleiben die Gleichen wie bei der Vorrichtung nach Fig. 1.

Fig. 2 stellt einen von einer Glasbirne *e* umschlossenen metallischen Glühkörper *a* dar; in diesem Falle werden die beiden Bestandteile des Brenngasgemisches durch besondere Zuleitungen *f* und *g* in die beiden von dem äusseren und inneren Zylinder gebildeten Räume *h* und *i* geleitet, wobei in letzterem eine Scheidewand *m* zur Bestimmung der Strömungsrichtung der Verbrennungsgase angeordnet sein kann. Jeder

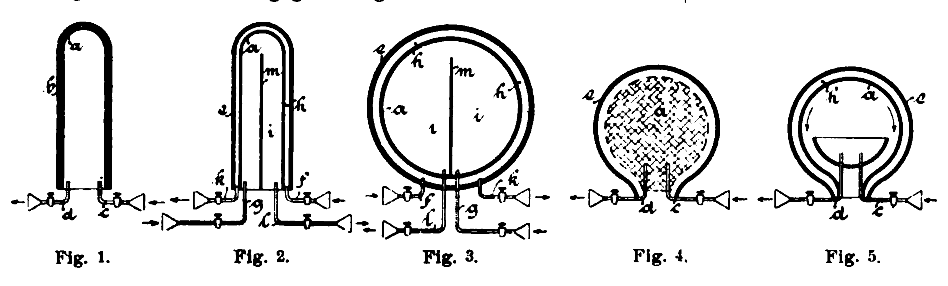


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

dieser beiden Räume *h* und *i* hat seine besondere Ableitung *k* und *l*. Der Mantelraum *h* muss in der Wirklichkeit grösser gewählt werden, als in der Zeichnung, damit sich das Glas, das durch das aus Leitung *f* zugeführte kalte Gas gekühlt wird, nicht zu stark erhitzt. Der Glühkörper *a* kann in diesem Falle auch durch einen durchlochten Glühkörper, welcher ganz oder teilweise mit Platin- oder Palladiummoor überzogen ist, ersetzt worden.

Die in Fig. 3 dargestellte Glühlampe unterscheidet sich von der in Fig. 2 dargestellten Glühbirne nur durch die kugelförmige Gestalt.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Birne besteht der Glühkörper *a* aus einem netzartigen Gewebe, das sowohl bei der Benutzung eines Metall- oder Auerglühstrumpfes ganz oder teilweise mit Platin- oder Palladiummoor überzogen sein kann. Der Glühkörper kann auch aus einzelnen kugelförmig gebogenen Metalldrähten oder Glühfäden aus Oxyden bestehen.

Bei der Glühbirne nach Fig. 5 kann der Hohlraum *h* evacuiert werden, so dass jede Wärmeübertragung durch Leitung an die Glaskugel *e* verhindert wird; indessen kann man in diesem Falle bei Benutzung eines *Daniel*schen Hahnes statt der Zugleitung *c* ebenso zweckmässig ohne Evacuation Sauerstoff oder Luft vor dem Eintritt in den Hahn erst den Hohlraum *h* durchströmen, sich vorwärmen und dann erst im Innern des Glühkörpers *a* zur Verbrennung gelangen lassen.

Die vorbeschriebenen Ausführungsformen der Leuchtvorrichtung können je nach Bedarf verschiedentlich abgeändert, insbesondere auch so umgestaltet werden, dass sie eine nach unten gerichtete Stellung erhalten, so dass die leuchtenden Flächen die Strahlen hauptsächlich nach unten und nicht nach oben, wie bei den dargestellten Ausführungsformen, senden. Bei kleineren Glühlampen wird man ähnlich wie bei den elektrischen Glühlampen für Beheizung der Glühkörper an der äusseren Oberfläche dieselben als gerade oder gewundene feine Drähte oder Fäden oder bei Beheizung von innen als gerade gewundene feine Röhrchen ausbilden, welche letzteren am besten in evacuierten Glasbirnen angeordnet werden. Bei Anwendung von Wasserstoff und Sauerstoff führt man die Verbrennungsprodukte nach einem Kondensator ab, so dass im Innern des hohlen Glühkörpers sehr geringer Druck herrscht.

Kleinere Mitteilungen.

Neue Beleuchtungsart von Eisenbahnwagen mit 2 Akkumulatoren-Batterieen.

Das Eigentümliche der elektrischen Beleuchtung von Eisenbahnwagen nach dem System *Vicarino* besteht darin, dass jeder Wagen eine Dynamo und Akkumulatoren erhält, und so unabhängig ist von den übrigen Wagen und von der Geschwindigkeit des Zuges. Neuerdings werden 2 Batterieen verwendet, um möglichst konstante Spannung zu erhalten; während die eine Batterie die Lampen speist, wird die andere geladen.

Das System ist versuchsweise auf einigen Wagen der *Compagnie de l'Est* eingeführt.

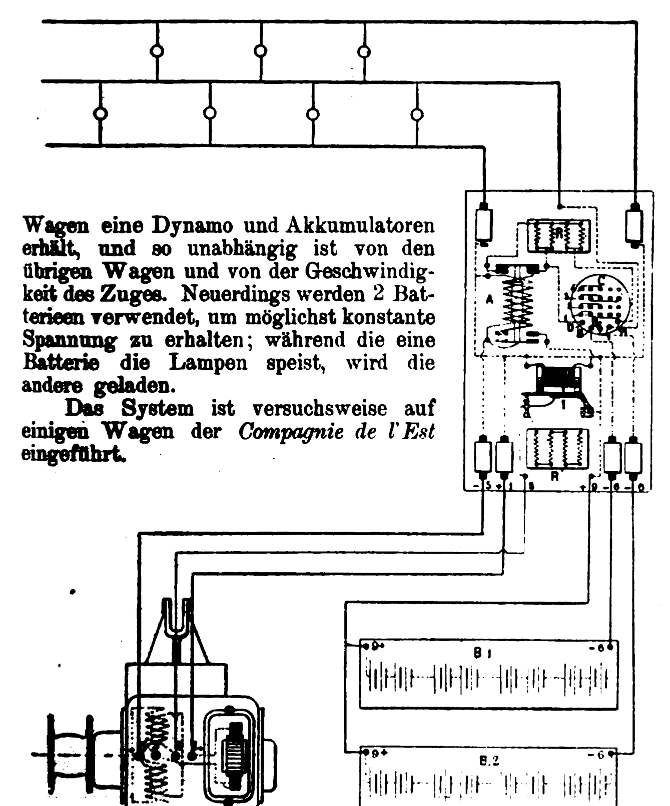


Fig. 1. Schaltungsschema für die Beleuchtung mit 2 Batterieen.

Im Einzelnen besteht die Einrichtung (s. Fig. 1) aus:

1) einer im Wagengestell aufgehängten Dynamo, die von der Achse mit Riemen angetrieben wird,
2) 2 Akkumulatoren-Batterieen B_1 und B_2 zu je 16 Zellen (32 Volt) in 2 Kästen,
3) den nötigen Schalt- und Regulierapparaten.

A ist ein automatischer Schalter, der die Dynamo bei richtiger Spannung auf die zu ladende Batterie schaltet und die Ladung bis zu einer bestimmten Spannung kommen lässt und alsdann die zweite Batterie beim Speisen der Lampen unter Zwischenschaltung eines Widerstandes *R* unterstützt; ferner die Dynamo selbstthätig abschaltet, wenn der Wagen steht oder zu langsam fährt, und nun beide Batterieen parallel für die Beleuchtung schaltet.

C ist ein Umschalter, bestehend aus einer 4seitigen Kontaktwalze, die bei ihren 4 Stellungen folgende Schaltungen herstellt:

1) Batterie 2 speist die Lampen. Batterie 1 wird geladen.
2) Beide Batterieen werden parallel geladen; die Lampen sind gelöscht.
3) Batterie 1 speist die Lampen. Batterie 2 wird geladen.
4) Beide Batterieen werden parallel geladen. Die Lampen sind gelöscht.

Der Spannungsregulator *L* schaltet automatisch Widerstand *R'* in die Erregung der Dynamo, falls die Spannung der Maschine ein bestimmtes Mass überschreitet.

Festes Petroleum als Heizmaterial für Schiffe.

Von der Marine sind in letzter Zeit Versuche mit einem neuen Heizstoff vorgenommen worden, nämlich mit *festem Petroleum.* Der Erfinder, *Dr. Basenau*, Inhaber eines bakteriologischen Laboratoriums in Amsterdam, hatte eine Reihe wertvoller Vorteile bei Verwendung dieses eigenartigen Körpers in Aussicht gestellt, bei denen die Vergrösserung des Aktionsradius, die Möglichkeit, in ganz kurzer Zeit Dampf auf zu haben, dadurch also Hebung der Manövrierfähigkeit und Seetüchtigkeit bei Sturm, besonders in der Nähe der Küste, wohl den etwa 2—3 mal höheren Preis gegenüber der Steinkohle aufwiegen konnten. Leider haben die angestellten Versuche die Erwartungen zunächst nicht erfüllt. Der verhältnismässig niedrige Schmelzpunkt der etwa 4—5 kg schweren, gelbbraunen Ziegel von 35 × 25 × 6 cm Abmessung, der etwa bei 80° C. liegt, verhindert, sie allein als reine Feuerung auf den Rosten zu verfeuern; es konnte daher nur an eine mit Kohle



gemischte Feuerung gedacht werden. Die Behandlung der gallertartigen Masse, die stark alkalisch reagierte, war nun zwar ohne Schwierigkeit; sie liess sich leicht mit der Schaufel zerstossen und mit Steinkohle vermischen; doch erschien sehr bedenklich, dass sie bereits bei etwa 50° C. reichlich brennbare Gase entwickelte, während sie selbst schon mit einem Streichholz an der Luft angezündet werden konnte. Bei geringem äusseren Druck tropfte aus den anscheinend etwa 4% Kalium und Natriumoxyd enthaltenden Körpern Petroleum heraus, was allein schon die Verwendbarkeit an Bord in Frage stellen würde, da sich in kurzer Zeit die Bunkerenden mit flüssigem Petroleum füllen würden. In den Feuern selbst beförderte es die Verbrennung sehr lebhaft, am besten verhielt sich eine Mischung von 1/4 Petroleum zur Kohle, wurde mehr zugesetzt, so tropfte es flüssig durch die Roste. Die Rauchentwicklung wurde durch den Zusatz sehr bedenklich erhöht. Wenn diese nun auch vielleicht durch Gebläse zurückgebracht werden könnte, so erscheint z. Z. die Verwendbarkeit des festen Petroleums an Bord doch noch sehr in Frage gestellt. Es ist noch nicht geeignet, den Heizölen Konkurrenz zu machen; denn abgesehen von der Feuergefährlichkeit ist seine Handhabung gegenüber der Leichtigkeit, mit der Heizöl übergenommen und verwendet werden kann, noch zu schwierig.

Bücherschau.

Die Arbeitsweise der Wechselstrommaschinen. Für Physiker, Maschineningenieure und Studenten der Elektrotechnik. Von *Fritz Emde*. Mit 32 in den Text gedruckten Figuren. Verlag Julius Springer, Berlin. 1902.

Dieses Buch befasst sich, wie der Verfasser in dem Vorworte hervorhebt, nicht mit wirklichen Maschinen, sondern mit einfachen, gedachten Maschinen, die besonders einfache Grundlagen für die mathematische Untersuchung ihrer Betriebseigenschaften bieten, welche aber nebenbei in ihrem Verhalten wirklichen Maschinen möglichst nahe kommen. In dem ersten mit „die physikalischen Grundlagen" bezeichneten Teile sollen dem weniger vorgebildeten Leser die physikalischen Grundbegriffe und mathematischen Definitionen des elektrischen Stromes, der elektromagnetischen Induktion etc. vermittelt werden und wird dieser Teil, wiewohl er bemerkenswerte Aufklärungen bringt, seitens des Verfassers für jene Leser, welche mit den genannten Begriffen vollkommen vertraut sind, als überflüssig erklärt. Der zweite Teil behandelt das für die Wechselstromtechnik so wichtige Gebiet der Selbstinduktion und der Streuung, und ist der Verfasser besonders bemüht, einen Ueberblick über die von einander abweichenden Darstellungen und Ausdrucksweisen zu geben. Die Bedeutung der Streuung wird sodann im dritten Absatz des zweiten Teiles an dem Transformator klargelegt und hierbei der Wechselstromtransformator einer eingehenderen Untersuchung unterzogen. Im dritten Teile dieses äusserst knapp gefassten Büchleins gelangen die mechanischen Wirkungen zur Behandlung, wobei die wichtigeren Grössen, wie zugeführte Leistung, Leistungsfaktor, Schlüpfung, Zugkraft, Anzugsmoment und Ueberlastungsfähigkeit abgeleitet werden. Das Buch ist äusserst interessant und anregend geschrieben, setzt aber eine gründliche Vertrautheit sowohl mit den mathematischen, als auch graphischen Berechnungen voraus und ist infolge dessen, sowie der knappen, streng sachlichen Ausdruckweise wegen nicht leicht verständlich. Es hat daher nur für jene Interessenten praktischen Wert, deren Vorkenntnisse ein leichteres Verfolgen der vorgeführten Ableitungen gestatten. Druck und Ausstattung sind vorzüglich. *A. P.*

Die Herstellung, Aufbewahrung und Verwendung von Acetylengas und Lagerung von Carbid. Erläuterungen zur allerhöchsten bayerischen Verordnung vom 22. Juni 1901, G. u. V.-Bl. 30 vom 26. Juni 1901. Von *Jakob Knappich* in Augsburg. Halle a. S., Carl Marhold. 1902.

Die Verordnungen über die Herstellung und Aufbewahrung von Acetylen und Calciumcarbid lehnten sich innerhalb Deutschlands allgemein an die letzte Verordnung der preussischen Staatsregierung an, ja die meisten der Bundesstaaten machten sie ohne nennenswerte Aenderung zu ihrer eigenen. Bayern verharrte zunächst abwartend und kam endlich als letzter Bundesstaat mit einer neuen Verordnung heraus, die stark bekämpft wurde. Die Verordnung machte es nämlich in ihrem Hauptpunkte den Fabrikanten der automatisch arbeitenden Acetylenapparate unmöglich, unter befriedigenden Bedingungen weiter zu arbeiten, da nicht allein die Kosten solcher Apparate, wenn sie den Vorschriften genügen sollten, nicht unerheblich wuchsen, sondern auch die behördliche Zulassung solcher Apparate erschwert wurde. Einige Milderungen der Härten der Verordnung sind inzwischen erreicht worden, aber im grossen und ganzen wurde sie unverändert beibehalten. Die Meinungen über die Zweckmässigkeit einzelner Vorschriften der Verordnung gehen sehr weit auseinander, sie decken sich mit den Anschauungen über automatischen oder Handbetrieb der Acetylenapparate. Anerkannt muss indess werden, dass die Verordnung mit grösster Sorgfalt und mit vielem Verständnis bearbeitet wurde. Als einer ihrer grössten Vorzüge muss ferner anerkannt werden, dass sie eine Handhabe bietet, gewissen Apparaten, die den bisherigen Erfahrungen nicht entsprechen, ohne weiteres den Markt zu verschliessen. Abzuwarten bleibt, ob die strengere bayerische, oder die liberale der übrigen Bundesstaaten die Industrie besser fördern wird. Knappich sucht in der lesenswerten Schrift die bayerische Verordnung zu erläutern, und er thut es mit einer Gründlichkeit und Klarheit, die unumwundene Anerkennung verdient. Das Buch kann deshalb jedem Interessenten auf das beste empfohlen werden, es wird in allen beteiligten Kreisen mit Befriedigung gelesen werden. ***Liebetanz.***

Eingesandt.

Andrew Carnegie-Stiftung.

Der Vizepräsident des Iron- and Steel Institute, Herr *Andrew Carnegie*, hat diesem Institut eine Summe von 64000 Dollar 5prozentige Obligationen im „Pittsburg, Bessemer, and Lake Erie Railroad" zu dem Zwecke übergeben, jährlich ein oder mehrere Stipendien, deren Höhe dem Belieben des Vorstandes überlassen ist, an geeignete Bewerber, ohne Rücksicht auf Geschlecht oder Nation zu verleihen. Bewerber, welche das 35. Lebensjahr noch nicht erreicht haben, haben sich unter Benutzung eines besonderen Formulars bis Ende Februar beim Sekretär des Instituts anzumelden.

Zweck dieser Stipendien ist es nicht, die gewöhnlichen Studien zu erleichtern, sondern solchen, welche ihre Studien vollendet haben oder in industriellen Etablissements ausgebildet wurden, die Möglichkeit zur Durchführung von Untersuchungen auf eisenhüttenmännischem oder verwandtem Gebiete zu gewähren, welche die Entwicklung derselben oder ihre Anwendung in der Industrie fördern wollen. Die Wahl des Ortes, wo die fraglichen Untersuchungen ausgeführt werden sollen (Universitäten, technische Lehranstalten oder Werke) wird nicht beschränkt, vorausgesetzt, dass derselbe für die Durchführung metallurgischer Untersuchungen passend eingerichtet ist.

Jedes Stipendium wird für ein Jahr verliehen, doch steht es dem Institutsvorstand frei, dasselbe für eine weitere Periode zu verlängern. Die Untersuchungsergebnisse sollen dem Iron and Steel Institute bei seiner Jahresversammlung in Form einer Abhandlung vorgelegt werden. Der Vorstand kann, wenn er die Abhandlung genügend wertvoll findet, dem Verfasser die goldene *Andrew Carnegie Medaille* verleihen. Sollte keine genügend würdig befundene Arbeit vorliegen, so unterbleibt in diesem Jahre die Verleihung der Medaille.

Im Auftrage des Vorstandes
Bennett H. Brough,
Generalsekretär.

London, Victoria Street 28.
5. Januar 1903.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 5. **Berlin, 31. Januar 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich **6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198)**, direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



L. Guillet, Beiträge zum Studium der Aluminiumlegierungen.

Unter Anwendung des sogenannten aluminothermischen Verfahrens von *Goldschmidt*, welches in letzter Zeit auch in Deutschland vielfach praktische Anwendung gefunden hat, hat *L. Guillet* eine ganze Reihe von Legierungen des Aluminiums gewonnen, deren Darstellung und Eigenschaften er in umfangreichen Arbeiten im Bulletin d'Encouragement und Génie Civil bespricht.[1])

Das *Goldschmidt*sche Verfahren ist bekanntlich begründet auf dem Reduktionsvermögen des Aluminiums und seiner hohen Verbrennungswärme (vergl. Dingl. polyt. Journ. 1900 Bd. 315 S. 341).

Oxyde der zu reduzierenden Metalle werden mit Aluminium, welches in Bruchstücken, Spänen oder Pulverform verwendet wird, gemengt und das Gemenge mit Hilfe eines Entzündungsgemisches entflammt. Das Entzündungsgemisch besteht in der Regel aus Bariumsuperoxyd und Aluminium, welches vermittels eines Magnesiumdrahtes zur Entzündung gebracht wird, wodurch das ganze Gemenge zur Entflammung kommt und bei geeigneter Zusammensetzung des Schmelzeinsatzes Metall und Aluminiumoxyd gebildet wird.

Zur Herstellung der Gemenge von Metalloxyden und Aluminium verwendete *Guillet* das letztere entweder in Korngrössen von 25—30 mm oder in sehr feinen, gleichmässigen Körnern (bei *Goldschmidt* Thermit genannt) und in Pulverform. Die Verwendung von Aluminiumspähnen war nicht angängig, weil zur Erzielung brauchbarer Schmelzergebnisse möglichst gleichmässige Korngrössen erforderlich waren. Die Gemengteile wurden sorgfältig getrocknet.

Das Entzündungspulver bestand aus 80 g gepulvertem Bariumsuperoxyd und 20 g Aluminium in sehr kleinen Körnern.

Zum Einschmelzen der Gemenge wurden Tiegel aus feuerfestem Thon benutzt, die mit einer $^1/_2$ cm dicken Magnesiaschicht ausgefüttert waren.

In die gut getrockneten Tiegel wurde der Schmelzeinsatz eingebracht und die Masse durch einige Gramm Entzündungspulver zum Entflammen gebracht. Die langsam abgekühlten Tiegel wurden zerschlagen und der Inhalt zu den Untersuchungen benutzt.

In den meisten Fällen erhielt man eine metallische Masse, am häufigsten von krystallinischem Aussehen, die zahlreiche Hohlräume enthielt und zuweilen mit Aluminiumoxyd vermengt war. In den Hohlräumen fanden sich oft prächtige Krystallbildungen von aussergewöhnlichen Abmessungen vor, die mit einer Nadel herausgehoben und in verdünnter Salzsäure gereinigt wurden. Solche Krystalle zeigten sich auch mitunter an der Oberfläche des Schmelzkönigs, der von Aluminiumoxyd umgeben war und mit einem Hammerschlag blossgelegt werden konnte.

In Gemengen, bei denen das Aluminium im Einsatz überwog, ergab sich oft nur eine Masse von Aluminiumoxyd, in welcher sich vereinzelt einige metallische Körner oder Krystalle vorfanden. Waren hingegen die Schmelzeinsätze reich an Oxyden von Metallen mit sehr hohem Schmelzpunkt, so erfolgte als Schmelzprodukt ein so inniges Gemenge von Aluminiumoxyd und metallischen Bestandteilen, dass ihre Trennung nicht gelang.

Die kleingeschlagenen Metallkönige wurden von anhaftendem Aluminiumoxyd gesäubert und nachdem sie im Mörser zerrieben worden waren, mit verdünnter Salzsäure oder Kalilauge behandelt und mit Alkohol und Aether gewaschen. Der getrocknete Rückstand wurde zur chemischen Analyse benutzt.

Von erheblichem Einfluss auf die Schmelzergebnisse zeigte sich bei allen Versuchen die angewendete Korngrösse des Aluminiums. Die Metalloxyde kamen immer nur in Pulverform zur Verwendung. Die Schmelzprodukte näherten sich in ihrer Zusammensetzung umsomehr der dem Einsatze rechnerisch entsprechenden Legierung, je kleiner die Korngrösse des verwendeten Aluminiums war, vorausgesetzt, dass nicht mit flüchtigen Metalloxyden gearbeitet wurde.[2]) In demselben Masse steigerte sich jedoch auch die Heftigkeit der Verbrennungsreaktion, so dass bei einigen Legierungen z. B. des Aluminiums mit Kupfer die Gemengteile überhaupt nicht in kleineren Korngrössen verwendet werden konnten, da dann der ganze Tiegelinhalt durch die Heftigkeit der Reaktion herausgeschleudert wurde.

Von Einfluss auf die Reinheit der dargestellten Krystalle und Metallkönige zeigte sich die Gewichtsmenge des Schmelzeinsatzes, weswegen *Guillet* bei den Versuchen mit *Wolfram*, *Molybdän* und *Titan* mit 3 kg Einsatz arbeitete. Verluste durch das häufig eintretende Zerbrechen der Schmelztiegel waren im allgemeinen nicht zu verzeichnen, da gewöhnlich das Tiegelfutter, wenn es sorgfältig hergestellt war, standhielt. Weit grösser waren die Verluste durch Verflüchtigung der Schmelzbestandteile.

Der Nachweis der dargestellten Legierungsstufen wurde in den meisten Fällen durch die chemische Analyse erbracht; wo eine entsprechende Bearbeitung der Metallkönige möglich war, wurde auch die metallographische Untersuchung durchgeführt.

Die Versuche *Guillets* erstreckten sich auf Reduktion der nachbenannten Metalloxyde:

Wolframsäureanhydrid (WO_3)
Molybdänsäureanhydrid ($Mo\,O_3$)
Kupferoxyd ($Cu\,O$)
Zinnoxyd ($Sn\,O_2$)
Titandioxyd ($Ti\,O_2$)
Eisenoxyd ($Fe_2\,O_3$)
Manganoxyd ($Mn_2\,O_3$)
Chromoxyd ($Cr_2\,O_3$)
Uranoxyd ($U_2\,O_3$)
Antimonsäureanhydrid ($Sb_2\,O_5$)
Antimonoxyd ($Sb_2\,O_3$)
Nickeloxydul ($Ni\,O$)
Cobaltoxydul ($Co\,O$)
Silberoxyd ($Ag_2\,O$)

[1]) Contributions à l'Étude des Alliages d'Aluminium. — Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. — Aug. 1902 S. 221 u. Le Génie Civil 1902 S. 363.

[2]) Eine Erklärung hierfür dürfte darin zu suchen sein, dass bei Verwendung von pulverförmigen Gemengteilen die Berührungsoberflächen erheblich grössere waren, als wenn das Aluminium in Korngrössen von 25—30 mm verwendet wurde. D. Ref.



Legierungen des Aluminiums mit	Angaben über Form der Gemengteile und Gewichtsmenge des Schmelzeinsatzes			Angaben über Umfang und allgemeine Ergebnisse der Schmelzversuche			Angaben über die dargestellten Legierungsstufen und ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften.											Allgemeine Bemerkungen
	Oxydationsstufe des verwendeten Metalles	Verwendete Form des Aluminiums	Gewichtsmenge des Schmelzeinsatzes	Zusammensetzung des Schmelzeinsatzes entsprechend der Formel	Gehalt der gewonnenen Schmelzkönige an reduz. Metall	Allgemeine Bemerkungen über die Schmelzergebnisse	Erzielte Legierungsstufen	Art der Gewinnung	Gefüge Art	Chemische Zusammensetzung errechnet aus der Formel	Chemische Zusammensetzung durch Analyse gefunden	Spezifisches Gewicht S errechnet aus Zusammensetzung	Spezifisches Gewicht S bestimmt bei 20° C.	Zweckmässigster Schmelzeinsatz zur Gewinnung der Legierungsstufe: Entsprechend d. Formel	Zweckmässigster Schmelzeinsatz: in Gewichtsteilen	Verhalten gegen chemische Angriffe	Physikalische Eigenschaften	
Wolfram	Wolframsäure anhydrid WO_3 (Fast rein m. ∞ 2% Si u. Spuren von Fe)	In Korngrössen von 25—30mm (Bei Verwendung in Pulverform sehr heftige Reaktionen und keine metallisch. Bestandteil. Bei Verwendung als Thermit keine abweichenden Ergebnisse)	3 kg	$Al W_{10}$ $Al W_5$ $Al W_3$ $Al W_2$ $Al W$ $Al_2 W$ $Al_3 W$ $Al_4 W$ $Al_5 W$	% W — 82,1 80,5 79,8 77,6 76,0 66,5 58,0 —	Oberhalb $Al W_{10}$ und $Al_5 W$ keine gewinnbaren metallischen Bestandteile	$Al_3 W$	Beim Schmelzen der Einsätze $Al W_5$, $Al W_3$, $Al W_2$, $Al W$	Nadelförm. Krystalle (Oberfl. der Schmelzkönige)	% W 69,44	% W 69,85 70,32 70,32	$S_W = 18,7$ 6,38	6,31	$Al W_4$	kg 2,376 WO_3 0,624 Al	1. Sauerstoff. Veränderung nur im rotwarmen Zustande. 2. Schwefel- u. Salzsäure. Sehr langsame Auflösung. — $Al_4 W$ beim Kochen leicht gelöst. 3. Salpetersäure. Sehr langsames Auflösen. 4. Kalilauge. In kaltem Zustande kein Angriff. Beim Erwärmen um so schnelleres Auflösen, je mehr Al vorhanden. 5. Chlor. Nur bei ∞ 300° Zersetzung.	Die Legierungen mit mehr als 58% W sind sehr hart und ausserordentlich spröde	$Al_4 W$ ist bereits früher dargestellt v. *Wöhler* und *Michel*. Versuche wurden auch durch Reduktion von WO_2 ausgeführt, wobei die Entflammungsgrenze tiefer liegt; die Schmelzkönige sind zwar besser ausgebildet, zeigen aber seltener Krystallbildg.
						Gemenge mit mehr als Al_5 entzünden sich nicht mehr	$Al_4 W$	Beim Schmelzen der Einsätze $Al W$, $Al_2 W$, $Al_3 W$, $Al_4 W$, $Al_5 W$	Sehr grosse lamellenart. Krystalle (zwischen Metallkönig und Korundmasse)	% W 63,02	% W 63,32 62,90	5,62	5,56	$Al_4 W$	kg 1,764 WO_3 1,236 Al			
						Grosse Verluste entstehen durch Bildung von Oxyden mit grüner Farbe	$Al W_2$	Als unlösl. Rückstnd. b. Behandeln all. Schmelzkönige (ausgenommen $Al_4 W$) mit Königswasser	Schwarzes krystallinisches Pulver	% W 93,16	% W 93,65 93,93 93,43	13,06	12,75	$Al W_5$	kg 2,385 WO_3 0,615 Al			
Molybdän	Molybdänsäure anhydrid MoO_3	1. In Korngrössen v. 25—30mm 2. Als Thermit (Ergebnisse wie bei 1) 3. In Pulverform (Ergebnisse abweichend von 1 u. 2)	3 kg	$Al Mo_{15}$ $Al Mo_{10}$ $Al Mo_5$ $Al Mo_4$ $Al Mo_3$ $Al Mo_2$ $Al Mo$ $Al_2 Mo$ $Al_3 Mo$ $Al_4 Mo$ $Al_5 Mo$ $Al_6 Mo$	% Mo — 68,8 68,8 68,8 68,8 68,8 68,8 47,6 47,6 44,5 44,5 42,7	Entflammungsgrenze bei $Al_6 Mo$	$Al Mo_4$	Beim Schmelzen d. Einsatzes $Al Mo_2$ jedoch nur b. Verwndg. von Al in Pulverform	Krystallinisches Pulver	% Mo 93,43	% Mo 93,61 93,91	$S_{Mo} = 9,01$ 7,73	8,10	$Al Mo_2$	kg 2,110 MoO_3 0,890 Al	1. Sauerstoff. Bei gewöhnl. Temperat. keine Veränderung, ausgenommen $Al_6 Mo$, welches sich mit leichter Schicht v. Al_2O_3 bedeckt. Bei Erwärmung lebhaftere Oxydation besonders des $Al Mo_4$. 2. Kochendes Wasser u. Säuren zersetzen die Legierungen nur sehr langsam. Salzsäure zersetzt indessen bei Erwärmung Al_3Mo und $Al_7 Mo$ sehr rasch. 3. Salpetersäure greift kalt zunächst langsam an, Lösung ist zunächst hellbraun gefärbt; nach drei Stund. rosa. Beim Aufkoch. wird sie jedoch farblos. Mit verdünnt. Salpetersäure bildet sich krystallinischer brauner Niederschlag von Molybdänbioxyd. 4. Chlor zersetzt bei 300°.	Die Legierungen sind sehr hart. Sie zerfallen infolge allotropischer Umformung nach kurzer Zeit zu Staub (besonders die Verbindg. Al_4Mo und Al_6Mo)	Bisher dargestellt ist nur die Legierung $Al_3 Mo$ durch *Wöhler*
						Wesentlich andere Schmelzergebnisse erfolgen bei Verwendung von Al in Pulverform. $Al Mo_{15}$ — $Al Mo_4$ geben dann keine sauberen Metallkönige, $Al Mo_3$ giebt Schmelzkönige mit 93,9% Mo. $Al_4 Mo$ — $Al_6 Mo$ geben ebenfalls keine sauberen Könige. $Al_3 Mo$ giebt Schmelzkönige mit 77,8% Mo.	$Al Mo$	In Lunkerbildungen, die beim Schmelzen der Einsätze $Al Mo_2$, $Al Mo$, $Al_2 Mo$, $Al_3 Mo$ i. d. Schmelzrückständen sich vorfinden	Nadelförmige Krystalle	% Mo 78,00	% Mo 77,80	5,79	5,34	—	—			
							$Al_3 Mo$	Beim Schmelzen der Einsätze $Al_3 Mo$, $Al_4 Mo$	Schöne lamellenart. Krystalle	% Mo 47,06	% Mo 47,56 47,54	4,18	4,45	$Al_3 Mo$	kg 1,550 MoO_3 1,450 Al			
						Grosse Verluste entstehen durch Bildung von Oxydgemengen von grüner Farbe.	$Al_7 Mo$	Beim Schmelzen d. Einsatzes $Al_6 Mo$ an der Oberfläche der Korundmasse	Sehr schöne nadelförm. Krystalle	% Mo 33,69	% Mo 33,25 33,17	3,37	3,52	$Al_7 Mo$	kg 1,450 MoO_3 1,550 Al			

Kupfer	Kupferoxyd. Cu O (Dargestellt durch Behandeln elektrolytisch gew. Cu mit Salpetersäure und Calcinieren des Kupfernitrates)	1. In Korngrössen von 25—30mm 2. Als Thermit verwendet ergeben sich die gleichen Resultate wie bei 1. 3. Pulverform wegen der Heftigkeit der Verbrennungsreaktionen nicht möglich	500 g Bei Verwendung grösserer Mengen, besond. bei starken kupferhaltig. Legierungen heftige Explosionen	Cu $Al\,Cu_{10}$ $Al\,Cu_5$ $Al\,Cu_4$ $Al\,Cu_3$ $Al\,Cu_2$ Al Cu $Al_2\,Cu$ $Al_3\,Cu$ $Al_4\,Cu$	% Cu 95,53 90,50 88,55 87,35 87,11 69,02 68,96 54,04 54,24	Entflammungsgrenze bei $Al_4\,Cu$ Die Schmelzkönige Cu — $Al\,Cu_5$ sind von goldgelber Farbe Durch Bildung von Kupferoxyd entstanden häufig Verluste	$Al\,Cu_3$	Beim Behandeln des Schmelzkönigs $Al\,Cu_4$ mit verd. Salzsäure.	In Pulverform (unter Mikroskop Krystalle)	% Cu 87,55	% Cu 87,11 87,65 87,75	6,69	7,52	$Al\,Cu_4$	kg 0,380 Cu O 0,120 Al	1. Sauerstoff. Angriff nur bei hoh. Temperat. In Wasser selbst bei hoher Temperatur kein Angriff. 2. Schwefelsäure Um so leichtere Zersetzung je höher der Cugehalt der Leg. 3. Salzsäure (verdünnt). Bei $Al\,Cu_3$ kein Angriff, bei Al Cu leichter Angriff, bei $Al_2\,Cu$ sehr schnelle Auflös. 4. Salpetersäure In der Kälte nur Auflösung von $Al\,Cu_3$ u. Al Cu. $Al_2\,Cu$ nur kochend. 5. Königswasser löst alle Legierungen, bei Cu Al bleibt jedoch 2 bis 3% unlösl. Rückstand. 6. Verdünnte Kalilauge greift stark $Al_2\,Cu$ an, konzentr. Kalilauge Cu Al. — $Al\,Cu_3$ wird nicht angegriffen. 7. Chlor zersetzt bei 200°.	Schmelzpunkte: Cu = 1054° $Al\,Cu_3 \cong 1050°$ $Al\,Cu \cong 830°$ $Al_2\,Cu \cong 850°$ $Al \cong 650°$ (Nach der Schmelzpunktskurve von *Le Chatelier*)	Alle drei Legierungsstufen sind bereits durch *Le Chatelier* studiert worden.
							Al Cu (unrein)	Beim Behandeln d. Schmelzkönige $Al\,Cu_2$ Al Cu mit verd. Salzsäure	Graues Pulver	70,13	69,3 69,8	5,02	5,76	$Al\,Cu_2$	kg 0,355 Cu O 0,145 Al			
							$Al_2\,Cu$	Beim Schmelzen der Einsätze: $Al_2\,Cu$ $Al_3\,Cu$	Schöne quadrat. Prismen von erheblichen Abmessungen	54,00	53,85 53,70	4,04	5,37	$Al_2\,Cu$	kg 0,260 Cu O 0,240 Al			
Zinn	Zinnoxyd $Sn\,O_2$ (Dargestellt durch Behandeln von Banca-Zinn mit reiner Salpetersäure)	In Korngrössen von 25—30 mm	3 kg	$Al\,Sn_5$ $Al\,Sn_4$ $Al\,Sn_3$ $Al\,Sn_2$ Al Sn $Al_2\,Sn$ $Al_3\,Sn$ $Al_4\,Sn$	% Sn Keine metall. Bestandteile 75,97 87,10 73,88 69,09 81,05 71,95 51,95	Entflammungsgrenze bei $Al_4\,Sn$ Grosse Verluste an Zinn u. Zinnsäureanhydrid $Al_4\,Sn$ giebt nur eine grosse Masse von Korund, in der krystallinische Lamellen verstreut sind. — Bei Erhitzen des Gemenges $Al^4\,Sn$ i. einem Perrotofen bis auf etwa 800° erhält man nach dem Entflammen einen Metallkönig mit zahlreich. Krystallen.	Al Sn	Beim Schmelzen d. Einsatz. Al Sn Beim Schmelzen d. Einsatz. $Al\,Sn_2$ Beim Schmelzen d. Einsatz. $Al\,Sn_4$ Beim Behandeln d. Schmelzkönigs Al Sn mit verd. Salzs.	Schöne lamellenartige Krystalle in d. Hohlräumen des Königs Nadelförmige Krystalle Lamellenartige Krystalle Als krystallin. Pulver	% Sn 81,37	80,95 81,05	5,37	5,14	Al Sn $Al\,Sn_2$ $Al\,Sn_4$	kg 2,115 $Sn\,O_2$ 0,885 Al 2,255 $Sn\,O_2$ 0,745 Al 2,335 $Sn\,O_2$ 0,665 Al	1. Sauerstoff und Wasser greifen leicht bei 300 bis 500° an. 2. Schwefelsäure Kalt kein Angr. Kochend erst langsamer dann schnellerer Angriff. 3. Salzsäure auch verdünnt greift leicht an. 4. Salpetersäure. In der Kälte lebhafter Angriff. Vollständ. Zersetzung jedoch nicht möglich. 5. Königswasser Sehr schnelle Auflösung, wenn Salzsäure überwiegt. 6. Konzentrierte Kalilauge. Lebhafter Angriff. 7. Chlor. Lebhaft. Zersetzung bei 200—300°.	Schmelzpunkte (n. *Gauthier*) Sn = 231° $Al\,Sn \cong 570°$ $Al_4\,Sn \cong 600°$ Al Sn ist hämmerbar. $Al_4\,Sn$ ist weder hart noch brüchig, z. T. hämmerbar.	Die Legierungen sind in Bezug auf ihre Schmelzpunkte durch *Gauthier* studiert.
							$Al_4\,Sn$	Beim Schmelzen d. Einsatz. $Al_4\,Sn$ unt. Vorwärm. d. Einsatz. Beim Behandeln d. Schmelzk. $Al_4\,Sn$ mit verd. Salzs.	Hexagonale Krystalle wenn keine Vorwärmung stattfindet Krystallin. Pulver	52,25	51,87 51,95	3,80	3,75	$Al_4\,Sn$	1,535 $Sn\,O_2$ 1,465 Al			

Legierungen des Aluminiums mit	Angaben über Form der Gemengteile und Gewichtsmenge des Schmelzeinsatzes: Oxydationsstufe des verwendeten Metalles	Verwendete Form des Aluminiums	Gewichtsmenge des Schmelzeinsatzes	Angaben über Umfang und allgemeine Ergebnisse der Schmelzversuche: Zusammensetzung des Schmelzeinsatzes entsprechend der Formel	Gehalt der gewonnenen Schmelzkönige an reduz. Metall	Allgemeine Bemerkungen über die Schmelzergebnisse	Angaben über die dargestellten Legierungsstufen und ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften: Erzielte Legierungsstufen	Art der Gewinnung	Gefüge Art	Chemische Zusammensetzung: errechnet aus der Formel	Chemische Zusammensetzung: durch Analyse gefunden	Spezifisches Gewicht S: errechnet aus Zusammensetzung	Spezifisches Gewicht S: bestimmt bei 20° C.	Zweckmässigster Schmelzeinsatz zur Gewinnung der Legierungsstufe: Entsprechend d. Formel	Zweckmässigster Schmelzeinsatz: in Gewichtsteilen	Verhalten gegen chemische Angriffe	Physikalische Eigenschaften	Allgemeine Bemerkungen
Titan	Titandioxyd $Ti\,O_2$	In Korngrössen von 25 bis 30 mm	3 kg	$Al_2\,Ti$ $Al_3\,Ti$ $Al_4\,Ti$	Nicht bestimmt	Verwertbare Ergebnisse wurden nur erhalten, wenn die Schmelzeinsätze auf 600° erwärmt wurden u. man nach der Entflammung einen Sauerstoffstrom auf die Oberfläche leitete	$Al_3\,Ti_2$ oder $Al\,Ti$	Beim Schmelzen d. Einsätze $Al_2\,Ti$ $Al_3\,Ti$	Lamellenartige Krystalle	—	—	—	—	$Al_3\,Ti$	1,805 $Ti\,O_2$ 1,195 Al	1. Sauerstoff und Wasser greifen nur bei höheren Temperaturen an. 2. Salzsäure und Königswasser lösen die Legierungen leicht auf. 3. Chlor zersetzt sie bei Rotwärme leicht.	—	Die Eigenschaften der Legierungen sind schwer zu bestimmen, da die Verbindungen nicht rein sind
							$Al_3\,Ti$	Beim Schmelzen des Einsatzes $Al_4\,Ti$ u. Behandeln mit verdünnt. Kalilauge	Krystallinisches Pulver	—	—	—	—	$Al_4\,Ti$	1,090 $Ti\,O_2$ 1,910 Al			
Uran	Uranoxyd $U\,O_3$	Als Thermit	500 gr	$Al\,U_2$ $Al\,U$ $Al_2\,U$ $Al_3\,U$	— 41,3 35,3 —	Entflammungsgrenze (bei Vorwärmung) $Al_3\,U$ $Al\,U_2$ giebt selbst bei Vorwärmung nur eine Masse von Korund bedeckt mit Krystallen ($Al_3\,U_2$)	$Al_3\,U_2$	Auf der Oberfläche d. Schmelzkönigs $Al\,U_2$	Krystalle (Würfelform)	% U 74,76	% U 73,5 74,2	—	—	$Al\,U_2$	0,390 $U\,O_3$ 0,110 Al	1. Sauerstoff. An der Luft b. Erwärmung Oxydierung. 2. Wasserdämpfe bedecken die Legierung bei 300—350° mit grünem Uranoxyd und Aluminiumoxyd. 3. Chlor greift bei 450—500° an.	Die Legierungen sind hart u. spröde	—
							$Al_3\,U$	Beim Behandeln des gepulverten Schmelzkönigs $Al\,U$ mit verd. Salzsäure	Krystalle oder krystallinisches Pulver Silbergrau	40,31	41,0 41,2	S U = 18,4 5,16	5,32	$Al\,U$	0,365 $U\,O_3$ 0,135 Al			

Eisen	Eisen- oxyd $Fe_2 O_3$ (chemisch rein) Darstellg.: Behandlg. v. elektrolytisch erzeugtem Fe m. Königswasser und Fällen mit Ammoniak)	Als Thermit	3 kg	Fe Al Fe_{10} Al Fe_5 Al Fe_4 Al Fe_3 Al Fe_2 Al Fe Al_2 Fe Al_3 Fe Al_4 Fe	% Fe 67,5 66,2 64,3 61,6 60,3 58,2 57,4 39,8 38,7 —	Entflammungsgrenze bei Al Fe; durch Vorwärmung des Schmelzeinsatzes wird dieselbe jedoch bis auf Al_4 Fe erhöht. Keine Verluste beim Schmelzen. Reaktionen z. Teil sehr langsam. Bei allen Einsätzen, ausgenommen Al Fe und Al_4 Fe, gute Schmelzkönige	$Al_3 Fe_2$	Beim Schmelzen der Einsätze Al Fe Al Fe_2 Al Fe_3 Al Fe_4 Al Fe_5 Al Fe_{10}	Krystalle (Reguläre Tetraeder)	% Fe 58,03	58,24 58,42	4,20	5,36	Al Fe_2	kg 1,990 $Fe_2 O_3$ 1,010 Al	1. Sauerstoff und Wasser greifen erst bei 300–350° an. 2. Verdünnte Schwefelsäure verursacht bei Berührung lebhafte Gasentwickelung u. löst die Leg. nach und nach vollständ. auf. 3. Salpetersäure greift selbst warm nur langs. an 4. Salzsäure u. Königswass. lös. schnell auf 5. Kalilauge greift Al_3 Fe schnell und $Al_3 Fe_2$ weniger schnell an. 6. Chlor zersetzt schnell bei 150—200°	Schmelzpunkte: Fe=1550° $Al_3Fe_2 \overline{\overline{\infty}}$ 1180° $Al_3Fe \overline{\infty}$ 1170° Die Schmelzkönige mit mehr als 65% Fe sind schmiedbar. Die Könige der Einsätze Al Fe—Al Fe zerfall. schnell zu Pulver. (Allotropische Umformung, keine Oxydat.) $Al_3 Fe_2$ zeigt d. Farbe des Eisens, Al_3 Fe die des Aluminiums.	*Cr. Calvert* u. *R. Johnson* stellten die Legierung $Al_2 Fe_3$ dar. *Woehler* und *Michel* erzielten eine Legierung entsprechend der Formel Al_2 Fe *Roberts-Austen* stellte die Schmelzpunktskurve der Al — Fe Legierungen fest.
							Al_3 Fe	Beim Schmelzen der Einsätze Al_2 Fe Al_3 Fe Al_4 Fe	Prismatische Krystalle	40,89	41,17 41,31	3,56	3,57	Al_2 Fe (Vorwärmen auf ∞800°)				
Mangan	Manganoxyd $Mn_2 O_3$ (Möglichst rein aus d. Handel bezogen).	(Nicht angegeben)	3 kg	Mn Al Mn_{10} Al Mn_5 Al Mn_4 Al Mn_3 Al Mn_2 Al Mn Al_2 Mn Al_3 Mn Al_4 Mn	% Mn 67,4 64,5 61,4 42,2 52,8 59,3 41,0 36,5 Keine metallisch. Bestandteile	Entflammungsgrenze bei Al_4 Mn. Bei allen Versuchen grosse Verluste durch Bildung von Manganoxydul	$Al_3 Mn_2$	Beim Behandeln des Schmelzkönigs Al Mn_2 mit verd. Salzsäure	Lamellenartige Krystalle oder krystallin. Pulverform (Eisengraue Farbe)	% Mn 57,5	% Mn 59,3 59,0	4,00	3,92	Al Mn_2	kg 1,820 $Mn_2 O_3$ 1,180 Al	1. Sauerstoff od. Luftstrom oxydiert die Legierungen schnell. 2. Wasserdampf. Angriff bei 200–250°. 3. Säuren. Greifen sehr schnell an. 4. Alkalien. Zersetzen die Legierungen. 5. Chlor zersetzt bei 300°.	Die Schmelzkönige, die $Al_3 Mn_2$ enthalten zerfall. schnell zu Pulver. (Allotropische Umformung) Alle Legierungen mit weniger als 67% Mn sind sehr hart und spröde. Schmiedbar ist nur der Schmelzkönig Mn	*Woehler* und *Michel* stellten eine Legierung entsprechend der Formel Al_3 Mn dar.
							Al_3 Mn	Beim Behandeln d. Schmelzkönigs Al Mn mit verd. Kalilauge	Silbergraues Pulver	40,5	41,0 41,9	3,39	3,41	Al Mn	1,795 $Mn_2 O_3$ 1,205 Al			
							Wahrscheinlich Al_4 Mn	In dem Schmelzkönig Al_4 Mn	Schöne nadelförmige Krystalle	32,9	33,7	—	—	Al_4 Mn	2,000 $Mn_2 O_3$ 1,000 Al			
							Mn	In den Hohlräumen des Schmelzkönigs Mn	Kleine Krystalle	—	—	—	—	Mn	2,280 $Mn_2 O_3$ 0,720 Al			

Legierungen des Aluminiums mit	Angaben über Form der Gemengteile und Gewichtsmenge des Schmelzeinsatzes			Angaben über Umfang und allgemeine Ergebnisse der Schmelzversuche			Angaben über die dargestellten Legierungsstufen und ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften											Allgemeine Bemerkungen
	Oxydationsstufe des verwendeten Metalles	Verwendete Form des Aluminiums	Gewichtsmenge des Schmelzeinsatzes	Zusammensetzung des Schmelzeinsatzes entsprechend der Formel	Gehalt der gewonnenen Schmelzkönige an reduz. Metall	Allgemeine Bemerkungen über die Schmelzergebnisse	Erzielte Legierungsstufen	Art der Gewinnung	Gefüge Art	Chemische Zusammensetzung		Spezifisches Gewicht S		Zweckmässigster Schmelzeinsatz zur Gewinnung der Legierungsstufe		Verhalten gegen chemische Angriffe	Physikalische Eigenschaften	
										errechnet aus der Formel	durch Analyse gefunden	errechnet aus Zusammensetzung	bestimmt bei 20° C.	Entsprechend d. Formel	in Gewichtsteilen			
Chrom	Chromoxyd Cr_2O_3	Als Thermit	2 kg	Cr Al Cr_{10} Al Cr_5 Al Cr_3 Al Cr_2 Al Cr Al_2 Cr	% Cr 90,0 86,8 86,0 83,5 78,8 65,2 65,2	Verbrennungsreaktion nur möglich beim Vorwärmen des Einsatzes auf etwa 600° Entflammungsgrenze bei Al_2 Cr Beträchtl. Mengen des Chroms gehen in die Korundmasse über u. färb. diese rot	Al Cr_4	Beim Schmelzen des Einsatzes Al Cr_{10}	Silbergraues Pulver	% Cr 88,6	% Cr 86,8 3,0% Si	5,78	6,75	A Cr_{10}	kg 1,440 Cr_2O_3 0,560 Al	1. Sauerstoff. Greift bei 300 bis 350° an. 2. Wasser. Keine Reaktion. 3. Säuren. Lösen langsam in d. Kälte, schneller beim Kochen. 4. Alkalien. Greifen nur unmerklich an. 5. Chlor. Greift nur in der Wärme an.	Die Schmelzkönige sind sehr hart und spröde	*Wöhler* und *Michel* stellten eine Legierung entspr. der Formel Al Cr dar.
							Al Cr	Beim Schmelzen des Einsatzes Al Cr	Silbergraues Pulver	66,04	65,25 0,95 Si	4,60	4,93	Al Cr	1,175 Cr_2O_3 0,825 Al			
Antimon	Antimonsäureanhydrid Sb_2O_5	In Korngrössen v. 25—30mm	500 g	Al_3 Sb Al_4 Sb	Metallische Bestandteile in den Korundmassen	Entflammungsgrenze bei Al_4 Sb. Legierungen mit höherem Sb-Gehalt als Al_3 Sb waren nicht gewinnbar, da infolge der heftigen Verbrennungsreaktion der Tiegelinhalt herausgeschleudert wurde.	Al_{10} Sb	Beim Behandeln der metallischen Bestandteile des Schmelzkönigs Al_4 Sb mit verd. Salzsäure	Glänzendes schwarzes Pulver	% Sb 30,7	% Sb 29,3 31,1	3,16	2,70 Bestimmt in absolutem Alkohol	Al_4 Sb	kg 0,270 Sb_2O_5 0,230 Al	1. Sauerstoff. Rasche Oxydation bei 150°. 2. Schwefelsäure. Greift leicht an. 3. Salpetersäure. Auflösung nur bei Erwärmung. 4. Salzsäure. Sehr lebhafte u. vollstd. Auflös. 5. Kalilauge greift schnell an 6. Chlor. Zersetzung b. 250°. 7. Beim Kochen in Wasser wird Wasserstoff frei Beim Abkühlen geht diese Reaktion, wenn auch lansam, weiter.	Schmelzpunkte: Sb = 630°*) Al_{10}Sb = 950° *) Nach anderen Angaben 430° D. Ref.	Die Schmelzpunktskurve wurde festgestellt von *M. Gauthier*. Die Legierung Al Sb ist schon dargestellt durch *M. Wright*. Sie ist interessant wegen ihres sehr hohen Schmelzpunktes (nahe am Schmelzpunkt des Kupfers)
	Antimonoxyd Sb_2O_3 und metallisch. Sb	—	—	Al Sb		Die Herstellung nach Goldschmidts Verfahren giebt Schmelzkönige v. keiner bestimmt. Zusammensetzng. und ist wegen der heftigen Verbrennungsreaktionen sehr gefährlich. Herstell. durch Zusammenschmelz. von Al und Sb in den Verhältnissen Al Sb. Auf geschmolz. Al wurde metall. Sb geworf. u. die getrennt erhaltenen Metallkönige Al u. Sb nochmals zusammengeschmolzen.	Al Sb	Durch Zusammenschmelzen von Al und Sb wie vorher beschrieben	Schwarzer metallischer König	—	—	5,22	4,18	—	—		Beim Zusammenschmelzen von Sb und Al starke Volumenvergrösserung Schmelzpunkt nach *M. Gauthier* 1050°	

Nickel	Nickeloxydul Ni O	In Korngrössen von 25—30 mm	2 kg	Ni $Al\ Ni_{10}$ $Al\ Ni_5$ $Al\ Ni_4$ $Al\ Ni_3$ $Al\ Ni_2$ Al Ni $Al_2\ Ni$	% Ni 93,65 92,65 87,30 86,35 83,43 78,23 68,30 50,70	Entflammungsgrenze bei $Al_2\ Ni$ Die Einsätze schmelzen unt. heftigen Verbrennungsreaktionen und starken Explosionen. Die Korundmassen sind durch Ni hellblau gefärbt u. enthalten in ihrer Mitte kl. metallische Schmelzkönige. Durch direkt. Zusammenschmelzen von Ni u. Al in entsprechenden Verhältnissen wurde dargestellt die Legierung $Al_6\ Ni$	$Al_2\ Ni$	Beim Schmelzen des Einsatzes $Al_2\ Ni$	Ohne Vorwärmung des Einsatzes krystallin. Blättchen Mit Vorwärmung auf ∞600° krystallin. Pulver (stahlgrau)	% Ni 52,21	% Ni 50,70 51,96 % Si 1,92 1,35	4,22	4,11	$Al_2\ Ni$	kg 1,020 Ni O 0,980 Al	1. Sauerstoff. Greift nur bei hoh. Temp. an. 2. Wasserdampf. Zersetzung bei ∞ 300° 3. Schwefelsäure. Löst nur langsam. 4. Salzsäure. Löst langsam: $Al\ Ni_8$, $Al\ Ni_4$ $Al\ Ni_2$. Sehr schnell: $Al_2\ Ni$ u. $Al_6\ Ni$ 5. Salpetersäure. Löst schnell: $Al\ Ni_8$ und $Al\ Ni_4$. Langsam: $Al_2\ Ni$ u. $Al_6\ Ni$ 6. Chlor. Zersetzung bei Erwärmung.	Die Legierungen mit 50—82 % Ni sind sehr brüchig. Sie zerfallen langsam zu Pulver. — Die Legierungen mit 80—95 % Ni sind hämmerbar, aber ausserordentlich hart (Maximum bei 83 % Ni) Feilen aus härtestem Wolframstahl greifen nicht an	$Al_6\ Ni$ ist dargestellt durch *Woehler* und *Michel*
							$Al\ Ni_2$	Beim Schmelzen des Einsatzes $Al\ Ni_2$	Krystallinisches Pulver. Goldgelbe Farbe	81,37	78,25 79,03 Si 4,05 Si 3,97	—	—	$Al\ Ni_2$	1,465 Ni O 0,535 Al			
							$Al\ Ni_4$	Beim Schmelzen des Einsatzes $Al\ Ni_3$	Krystallinisches Pulver. Goldgelbe Farbe	89,73	87,30 3,40 Si 88,01 4,00 Si	7,11	7,22	$Al\ Ni_3$	1,500 Ni O 0,500 Al			
							$Al\ Ni_8$	Beim Schmelzen des Einsatzes $Al\ Ni_{10}$	Nicht angegeben	94,59	92,65 2,35 Si 92,55 2,85 Si	7,42	7,37	$Al\ Ni_{10}$	1,580 Ni O 0,420 Al			
Cobalt	Cobaltoxydul Co O	In Korngrössen v. 25—30mm	2 kg	Co $Al\ Co_{10}$ $Al\ Co_5$ $Al\ Co_4$ $Al\ Co_3$ $Al\ Co_2$ Al Co $Al_2\ Co$	% Co 98,9 93,4 88,2 87,3 82,3 78,5 66,9 53,2	Entflammungsgrenze bei $Al_2\ Co$ Eigenschaften der Schmelzeinsätze wie beim Nickel Korundmass. sind mit etwas dunklerem Blau gefärbt. Durch direkt. Zusammenschmelzen von Co u. Al wurde $Al_6\ Co$ dargest.	$Al_2\ Co$	Beim Schmelzen von $Al_2\ Co$	Wie beim Nickel	—	—	4,05	4,15	$Al_2\ Co$	—	Das gleiche Verhalten wie Nickel. Salpetersäure greift sehr schnell an.	Das gleiche Verhalten wie Nickel. Grösste Härte bei 87 % Co.	
							$Al\ Co_2$	Beim Schmelzen von $Al\ Co_2$	—	—	—	5,93	5,87	$Al\ Co_2$	—			
							$Al\ Co_4$	Beim Schmelzen von $Al\ Co_3$	—	—	—	—	—	$Al\ Co_3$	—			
							$Al\ Co_8$	Beim Schmelzen von $Al\ Co_{10}$	—	—	—	7,52	7,65	$Al\ Co_{10}$	—			
Silber	Silberoxyd $Ag_2\ O$	Nicht angegeben.	100 g	$Al\ Ag_2$ $Al\ Ag_3$	— —	Entflammungsgrenze bei $Al\ Ag_2$ Einsätze mit höher. Gehalt an Ag als $Al\ Ag_3$ geben keine metall. Bestandteile. (Vorausgesetzt, dass mit 100 g Schmelzeinsatz gearbeitet wird)	$Al_3\ Ag_4$	Beim Behandeln der gepulverten und gesiebten Metallkönige $Al\ Ag_2$ $Al\ Ag_3$ mit verd. Salzsäure	Krystallinisches Pulver, hellbraun gefärbt	% Ag 84,22	% Ag 84,71 0,84 Si	6,80	7,08	$Al\ Ag_2$ oder $Al\ Ag_3$	—	1. Salzsäure. Auch bei Erwärmung nur gering. Angriff 2. Salpetersäure. Löst sehr schnell. 4. Schwefelsäure. Löst nur kalt und langsam.	Die Legierung ist hämmerbar	

Versuche mit Blei, Wismuth, Cadmium und Zink führten zu keinen Ergebnissen. Beim Blei und Wismuth waren die Verbrennungsreaktionen so heftig, dass keine metallischen Bestandteile gewinnbar waren, während beim Zink eine Entflammung des Schmelzeinsatzes, selbst bei Vorwärmung desselben nicht möglich war.

Die Reaktionsformeln für die bei den Schmelzversuchen stattgehabten chemischen Vorgänge sind nachstehend wiedergegeben:

1. Für Oxyde der Form $M_2 O_3$:
   $m M_2 O_3 + 2 (n + m) Al = 2 M_m Al_n + m Al_2 O_3$
2. Für Oxyde der Form MO_2:
   $3 m MO_2 + (3 n + 4 m) Al = 3 M_m Al_n + 2 m Al_2 O_3$
3. Für Oxyde der Form MO:
   $3 m MO + (3 n + 2 m) Al = 3 M_m Al_n + m Al_2 O_3$
4. Für Oxyde der Form MO_3:
   $m MO_3 + (n + 2 m) Al = M_m Al_n + m Al_2 O_3$
5. Für Oxyde der Form $M_2 O_5$ und $M_2 O$:
   $3 m M_2 O_5 + (10 m + 6 n) Al = 6 M_m Al_n + 5 Al_2 O_3$
   $3 m M_2 O + (6 n + 2 m) Al = 6 M_m Al_n + m Al_2 O_3$

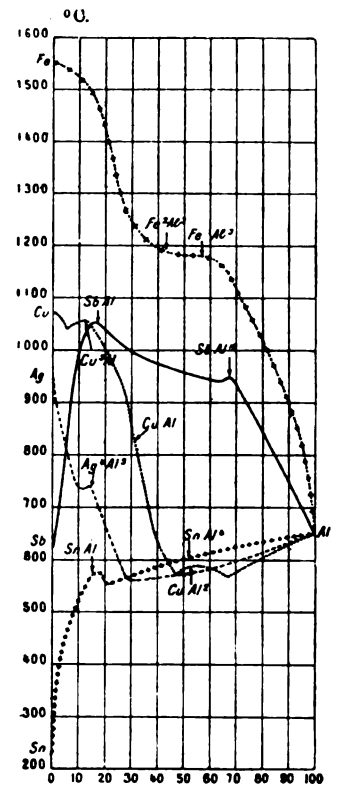
Mit jeder Oxydform wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, indem in den Reaktionsgleichungen nacheinander

für m = 1, für n = 1, 2, 1, 3, 5 . . . .
für n = 1, für m = 1, 2, 1, 3, 5 . . . .

eingesetzt wurde.

Verwertbare Ergebnisse wurden jedoch nur erhalten, solange nicht bei zu hohem Gehalt an Metalloxyd Massen von Aluminiumoxyd als Schmelzprodukt erfolgten, welche mit den erzeugten metallischen Bestandteilen so eng legiert waren, dass eine Trennung der letzteren nicht möglich, oder wenn der Aluminiumgehalt des Einsatzes so hoch gesteigert wurde, dass die Gemenge nicht mehr zur Entzündung gebracht werden konnten (Entflammungsgrenze). —

Die Hauptergebnisse der Versuche *Guillets* sind in den Tabellen S. 66—71 zusammengefasst. Sie lassen erkennen, dass bei Anwendung des *Goldschmidt* schen Verfahrens nur ganz bestimmte Legierungsstufen des Aluminiums mit Metallen darstellbar waren, selbst wenn die Schmelzeinsätze in solchen Gewichtsverhältnissen gemischt wurden, dass theoretisch auch andere Legierungsstufen hätten erfolgen müssen. Chemisch verwandte Metalle, wie Eisen, Mangan, Uran, Chrom, oder Nickel und Cobalt, Zinn und Titan bildeten die gleichen Legierungsstufen.



Aluminium in %.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes konnte neben der chemischen Analyse und metallographischen Untersuchung wohl nicht ohne weiteres zum Nachweis bestimmter Legierungsstufen herangezogen werden, da einige Legierungen, besonders die des Kupfers mit erheblicher Volumenverringerung, andere hingegen unter Volumenvergrösserung sich bilden. Eingehendere Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften hätten die Arbeit noch wertvoller gemacht, da sie wohl Aufschluss über die praktische Verwertbarkeit einzelner Legierungen gegeben hätten.

Nebenstehend seien noch die Schmelzpunktkurven, wie sie *Le Chatelier*, *Roberts-Austen*, *Gauthier* u. *Rolland-Gosselin* für einzelne Legierungen aufstellten, wiedergegeben; die von *Guillet* neu ermittelten Schmelzpunkte sind in die Kurven eingetragen.

Memmler, Dipl.-Ing., Charlottenburg.

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 55 d. Bd.)

Uebersicht der Hochbahnkrane mit feststehender Winde.

Im Wettbewerb mit den soeben beschriebenen Kransystemen stehen die Hochbahnkrane mit feststehender Winde, deren Ursprungsland Amerika ist, und die dort in sehr vielen eigenartigen Formen ausgebildet sind. In England hat sich vor allem die *Temperley-Transporter-Co.* mit grossem Erfolg auf dieses Gebiet geworfen. In Deutschland ist die Sache noch so neu, dass die bisher ausgeführten Anlagen wohl mehr als Versuche zu gelten haben und noch kaum eine Firma dazu gelangt ist, sich auf Hochbahnkrane zu spezialisieren. Bei weitem am meisten Absatz hat bisher *Pohlig* gefunden mit seinen „*Hunt*schen Elevatoren“ und automatischen Bahnen, doch haften diesem sehr einfachen und hübsch ausgedachten System gewisse Mängel an, die in Zukunft zu einem scharfen Wettbewerb der anderen, bisher weniger bekannten Konstruktionen führen dürften.

Auf den ersten Blick scheint die Anordnung der Winde an einem festen Punkte wesentliche Vorteile zu bieten, namentlich darin, dass infolge des geringen Gewichtes der Laufkatze die bewegten Massen und die Belastung der Eisenkonstruktion wesentlich vermindert werden. Der letztere Punkt hat indessen nicht so grossen Einfluss, wie es scheint. Bei der grossen Spannweite von 50—70 m, die Verladebrücken meistens haben, verlangt nämlich die Rücksicht auf Winddruck und Eigengewicht so kräftige Ausführung, dass die Grösse der Einzellast keinen entscheidenden Einfluss mehr ausübt. Ausserdem ist eine Vermehrung des Eisengewichtes um 10000 kg, die bei den heutigen Preisen etwa 2500—3000 M. ausmacht, bei einem Gegenstand von 70—80000 M. Gesamtpreis sicher nicht ausschlaggebend, wenn sich damit grössere Einfachheit der Gesamtanlage, grössere Betriebssicherheit und ähnliche Vorteile erreichen lassen.

Dagegen ist es keine Frage, dass die Fahrgeschwindigkeit dieser leichten Laufkatzen sehr viel höher genommen werden kann. Während 1,5—2 m i. d. Sekunde im ersten Falle wohl die obere Grenze bilden, da sonst beim Anfahren und Anhalten das Gerüst zu stark beansprucht wird, sind hier Geschwindigkeiten bis zu etwa 3,5 m ausgeführt, amerikanische Kataloge sprechen sogar von 5—6 m. Schwierigkeiten macht bei so schneller Fahrt das starke Schwanken des Fördergefässes, besonders, wenn die Last nicht fest in die Katze eingehakt ist, sondern frei herunterhängt. Auch gehören starke Motoren dazu, um die grosse Beschleunigung beim Anfahren hervorzurufen. Wohl aus diesem Grunde benutzen alle elektrisch betriebenen Anlagen dieser Art, entgegen den sonst anerkannten Grundsätzen des modernen Kranbaues, den wegen der hohen Hubgeschwindigkeit meist sehr starken Windenmotor zugleich für den Antrieb des Fahrwerks. Dabei mag freilich auch der Grund mitspielen, dass man sich an Vorbilder aus Amerika hielt, wo Dampfbetrieb noch immer vorherrscht.

Als ein sehr wesentlicher Nachteil ist die schwierige und komplizierte Seilführung und die damit zusammenhängende rasche Abnutzung der Seile zu bezeichnen. Dass das Seil in verschiedenen Richtungen gebogen wird, lässt sich schon bei der allereinfachsten Anordnung nicht vermeiden. Kompliziert wird die Seilführung in den meisten Fällen dadurch, dass die Winde unterhalb der Katzenfahrbahn steht, die Seile also nur mit Hilfe verschiedener Leitrollen nach oben geführt werden können. Die Anwendung von Ketten verbietet sich ohne weiteres, weil dieselben zu schwer sind und wegen der fehlenden Elastizität den plötzlich auftretenden Beschleunigungswiderständen gegenüber nicht die nötige Sicherheit bieten. Dieser Umstand fällt namentlich dann ins Gewicht, wenn mit Selbstgreifer gearbeitet werden soll. Deshalb lassen sich, wie es scheint, die meisten amerikanischen Firmen auf die Konstruktion von Verladebrücken mit Greiferbetrieb nur ungern ein. Die deutschen Ausführungen dieser Art, die den Greifer durch ein Seil bethätigen, weisen dagegen, soweit ich näheres in Erfahrung bringen konnte, einen sehr hohen Seilverschleiss auf. Häufig müssen die Seile nach je 3—4 Wochen Betriebszeit ausgewechselt werden, volle Beschäftigung des Kranes vorausgesetzt. Auch dadurch wird die Verwendung von Greifern erschwert, dass die Einführung eines besonderen Oeffnungsseiles die Anordnung wieder komplizierter machen würde, so dass man sich in der Regel mit einseiligen Greifern begnügt, die nur in bestimmter Höhe entleert werden können.

Natürlich ist es nicht möglich, dass der Führer die Last von seinem Standpunkt aus ebenso gut verfolgt, wie wenn er die Katze begleitet. Die Verständigung mit dem Bedienungspersonal wird schwieriger und macht unter Umständen einen Signalmann notwendig, der die Vorgänge im Schiff beobachtet und den Maschinisten verständigt, ganz ähnlich, wie es bei Bergwerksfördermaschinen üblich ist. Ist das Personal gut eingearbeitet, so geht der Betrieb in dieser Weise mit völliger Sicherheit vor sich. Dem Deutschen, der an ein solches automatenhaftes Ineinandergreifen menschlicher Thätigkeit nicht gewöhnt ist, fällt es allerdings etwas schwer, sich damit anzufreunden. Zu berücksichtigen ist auch, dass die grösste Anspannung von Körper- und Geisteskräften dazu gehört, um die Arbeit mit der erforderlichen Schnelligkeit durchzuführen. Bei dem Lohnsystem, wie es bei uns üblich ist, lassen sich aber nicht solche Leistungen von dem Personal erwarten, wie sie die amerikanische, ziemlich hohe Akkordzahlung hervorbringt.

Nach Berichten aus Amerika hat man mit Förderkübeln von ca. 1000 kg Inhalt die grössten Leistungen erzielt, doch dürfen die dortigen Erfahrungen aus den eben berührten Gründen nicht ohne weiteres auf deutsche Verhältnisse übertragen werden, da die Leistungsfähigkeit der Bedienungsmannschaft eine zu bedeutende Rolle spielt. Bei so geringen Einzellasten sind natürlich grosse Arbeitsgeschwindigkeiten nötig, die sich mit diesen Kranen, wie schon hervorgehoben wurde, verhältnismässig leicht erreichen lassen.

Einzelne der hier aufgeführten Hauptgesichtspunkte werden bei Gelegenheit noch nähere Besprechung finden, zunächst soll eine Zusammenstellung der wichtigsten Systeme nach schematischen Skizzen gegeben werden.[1])

Die Aufgabe, eine Last von einer festen Winde aus durch Seile oder Ketten zu heben und zu verfahren ist schon früher bei den Einmotorenlaufkranen, Giessereikranen, Ueberladekranen mit Handbetrieb u. s. w. aufgetreten und hat ihre Lösung gefunden durch die in Fig. 125 skizzierte allbekannte Anordnung. Das Hubseil ist an einem Ende des Auslegers befestigt und trägt die Last in loser Rolle, erfährt somit keine Verlängerung oder Verkürzung, wenn die Katze durch das Fahrseil verschoben wird. Bei dieser Anordnung wird der Fahrwiderstand durch die Biegungswiderstände des Hubseils beträchtlich erhöht, was bei dem geringen Katzenweg der genannten Krane schon unvorteilhaft erschien, sich aber bei grosser Fahrgeschwindigkeit in ganz anderem Masse geltend macht. Dazu kommt der Umstand, dass das Hubseil durch das andauernde Biegen beim Fahren ebenso stark mitgenommen wird, wie wenn es selbst in Thätigkeit wäre. Die Anordnung nach Fig. 125 ist daher für Hochbahnkrane mit grösserer Fahrbahnlänge nicht zweckmässig. Bei kurzem Katzenweg erscheint dagegen ihre Verwendung nicht ausgeschlossen.

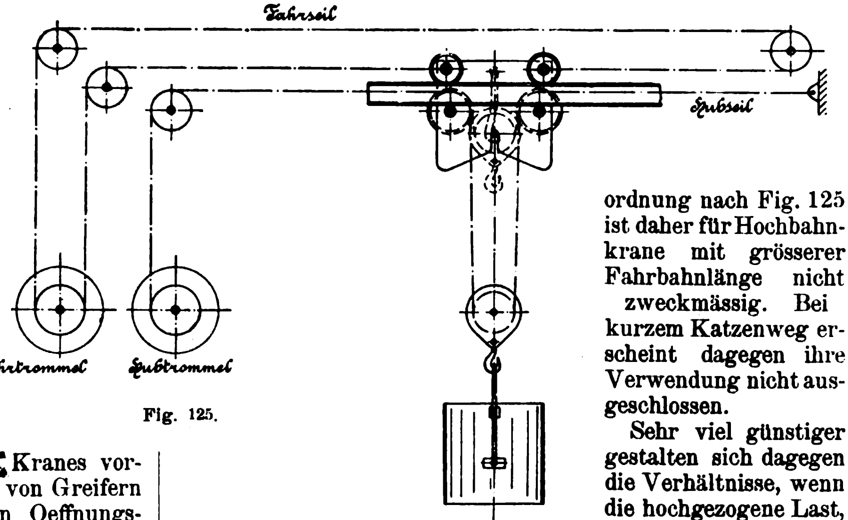


Fig. 125.

Sehr viel günstiger gestalten sich dagegen die Verhältnisse, wenn die hochgezogene Last, wie in Fig. 125 punktiert angedeutet, in die Hochbahnkatze eingehängt und so beim Fahren das Hubseil entlastet wird. Damit werden Verschleiss und Fahrwiderstände bedeutend herabgesetzt, so dass diese Anordnung zu weiter Verbreitung gekommen ist. Allerdings erfordert die Laufkatze eine besondere Einrichtung, die es ermöglicht, die Unterflasche einzuhängen und durch Anziehen des Tragseiles beliebig wieder zu lösen.

Für den Betrieb ist das feste Einhängen insofern von Vorteil, als es schnelles Anfahren gestattet, ohne dass die Last allzusehr pendelt. Dagegen ist nachteilig, dass die Hubbewegung vollendet sein muss, ehe die Fahrbewegung beginnt, und dass das Einhängen sowie Auslösen immer etwas Zeit in Anspruch nehmen. Dies macht sich namentlich geltend, wenn Kohle transportiert wird, die keinen Sturz verträgt, denn man hat nur die Wahl, entweder das Material von oben fallen zu lassen, oder durch Ausklinken, Senken, Heben und Wiedereinriegeln der Last Zeit zu verlieren und die Förderleistung zu verringern. Nach Beobachtungen an einem derartigen Kran nehmen Ein- und Aushängen je 5—10 Sekunden in Anspruch, was bei dem Schnellbetrieb, auf den die Konstruktion zugeschnitten ist, einen nicht unwesentlichen Verlust bedeutet.

Die genannten Uebelstände vermeidet die Anordnung Fig. 126, bei der Fahrseil und Hubseil den gleichen Zug erhalten. Die beiden Trommeln sind auf den durch Stirnräder verbundenen Wellen lose laufend gedacht und können durch Reibkuppelungen einzeln oder gleichzeitig eingerückt

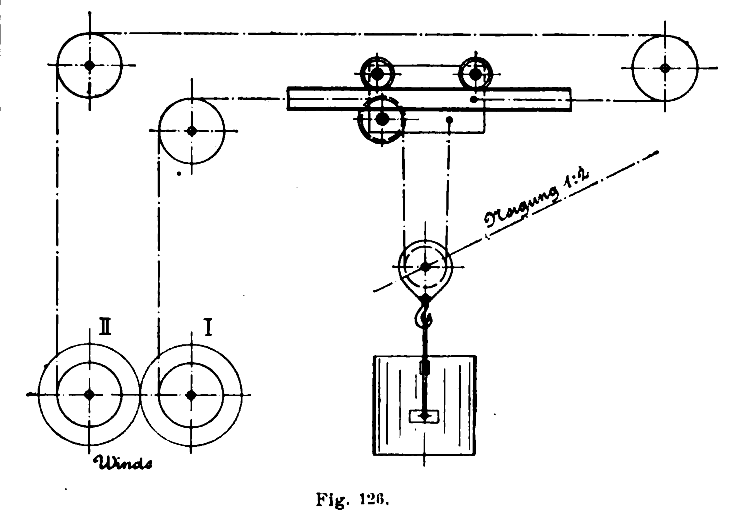


Fig. 126.

[1]) Vergl. *Kammerer*, Die Lastenförderung unter dem Einfluss der Elektrotechnik. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1902, S. 1423 ff. Dort finden sich u. a. für die meisten der im folgenden besprochenen Anordnungen die Fahrwiderstandsdiagramme für die Katzenbewegung.

werden. In der Ausführung wird man einfacher beide Trommeln auf derselben Welle laufen lassen. Zum Heben ist Trommel I allein, zum Katzenfahren sind beide Trommeln gleichzeitig anzutreiben. Daneben besteht die Möglichkeit, durch Anziehen des Fahrseiles allein die Last nach einer schrägen Linie, wie in der Skizze strichpunktiert angedeutet, zu bewegen. Falls der Antriebsmotor konstante Tourenzahl besitzt, ist hier die Fahrgeschwindigkeit doppelt so gross als die Hubgeschwindigkeit, kommt dagegen ein Hauptstrommotor zur Anwendung, so wird sich seine Tourenzahl bei der geringeren Belastung erhöhen und die Fahrgeschwindigkeit grösser werden, auch lässt sich durch Anwendung einer drei- oder mehrfachen Flaschenzugsübersetzung das Verhältnis von Hub- und Fahrgeschwindigkeit ändern. Die lose Rolle fortzulassen wäre an sich möglich, aber der geringen Fahrgeschwindigkeit wegen, die sich dann ergäbe, schwerlich von Vorteil. Doch könnte diese Anordnung unter Umständen, bei kurzem Horizontaltransport, den Betrieb mit Greifer erleichtern, da auch ein Oeffnungsseil verhältnismässig leicht anzubringen wäre.

Hauptvorteil der Anordnung Fig. 126 ist, dass Vertikal- und Horizontalbewegung insofern unabhängig von einander sind, als die Katze bei jeder beliebigen Laststellung verfahren werden kann. Bei grossen Geschwindigkeiten wird es sich vielleicht empfehlen, die Last durch Aufziehen bis zur Katze gegen übermässiges Schwanken zu sichern. Demnach scheint diese Anordnung für mässige Transportwege besondere Vorteile zu bieten. Dass das Triebwerk der Fahrtrommel ebenso stark sein muss wie das der Hubtrommel, ist wohl kaum als schädlich zu bezeichnen. Dagegen ist es offenbar nachteilig, dass beide Seile beim Verfahren durch den Lastzug beansprucht sind, was vermehrten Fahrwiderstand und Verschleiss herbeiführt, wenn auch nicht in dem Masse wie bei der Anordnung Fig. 125. Man wird daher darauf bedacht sein müssen, die Anzahl der Leitrollen so gering wie möglich zu halten und ihnen grosse Durchmesser zu geben.

Eine mit der zuletzt besprochenen verwandte Anordnung, die z. B. *Pohlig* für seine horizontalen Verladebrücken wählt, giebt Fig. 127 wieder. Die beiden Trommeln können sich entweder im gleichen oder im entgegengesetzten Sinne drehen, was sich mit Wendegetrieben und Reibungskuppelungen erreichen lässt. Im ersten Falle wickeln beide Trommeln Seil auf, haben also die Last, während im zweiten Fall die eine Trommel ebensoviel Seil hergiebt, wie die andere aufwickelt, sodass die Katze verfahren wird. In der Skizze ist angenommen, dass die Trommeln durch Stirnräder verbunden sind. Sind die Trommeln mit den grossen Rädern gekuppelt, so drehen sie sich entgegengesetzt, während Einrücken des Zwischenrades *R* gleichsinnige Bewegung zur Folge hat. Da beide Seile dauernd belastet sind, ergiebt sich ähnlich wie bei Fig. 125 der Nachteil, dass der Seilwiderstand beim Katzenfahren verhältnismässig gross wird. Doch zeichnet sich die Anordnung ebenso wie jene durch Einfachheit aus.

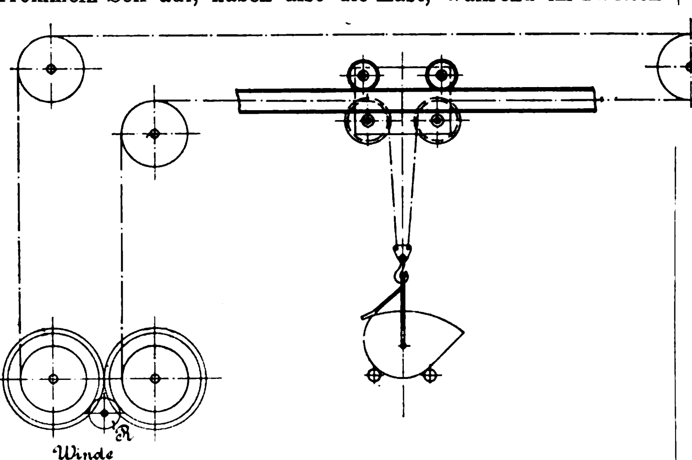


Fig. 127.

Bei der Ausführung Fig. 128, die von *J. Jaeger*, Duisburg, für 2 Erzverladekrane der Rheinischen Stahlwerke in Meiderich bei Duisburg gewählt ist, geschieht das Katzenfahren auf die gleiche Weise. Die Last hängt an einem endlosen Seil und wird bei Drehung der Fahrtrommel in der einen oder anderen Richtung verschoben. Für die Hubbewegung ist eine zweite Trommel vorhanden, welche die Leitrolle *R* verschiebt und so das Tragseil verkürzt. Die Einrichtung hat den Nachteil etwas geringerer Einfachheit, dagegen den Vorzug, dass Hub- und Fahrbewegung von einander vollkommen unabhängig sind.

Alle bisher besprochenen Systeme erforderten Winden mit mehreren Trommeln, die bei Anwendung eines einzigen nicht umsteuerbaren Antriebsmotors jede mit Reibungskuppelung und Bremse, eventuell noch mit Wendegetrieben auszurüsten waren. Das Bestreben, die Winde nach Möglichkeit zu vereinfachen, führte zu Konstruktionen, die nur mit einem Seil arbeiten, wie Fig. 129 darstellt. Wenn man hier die Katze bei anhängender Last sich selbst überliesse, so würde der Zug des Lastseiles den Fahrwiderstand überwinden und die Laufkatze in Bewegung setzen, während die Last sich senkte. Durch eine sehr komplizierte mechanische Einrichtung wird deshalb bei diesen Ausführungen die Katze an der Fahrbahn festgeriegelt und erst dann gelöst, wenn der Haken ganz aufgezogen ist und sich, wie in Fig. 125, in die Katze eingehängt hat. Der weiterwirkende, natürlich bedeutend verringerte Zug des Hubseils verfährt nun die Katze, die nach Entleerung des Förderkübels auf der geneigten Bahn selbstthätig zurückläuft. Um die Katze festriegeln zu können, sind in einer unter dem Fahrbahnträger befestigten Schiene in kurzen Abständen Ausschnitte *a* angebracht. Der Maschinist muss, wenn die Katze an der betreffenden Stelle angekommen ist, anhalten, die Katze über den Ausschnitt zurückziehen und wieder nachlassen, worauf der Riegel einschnappt. Dabei wird zugleich die Last frei und kann abgelassen werden.

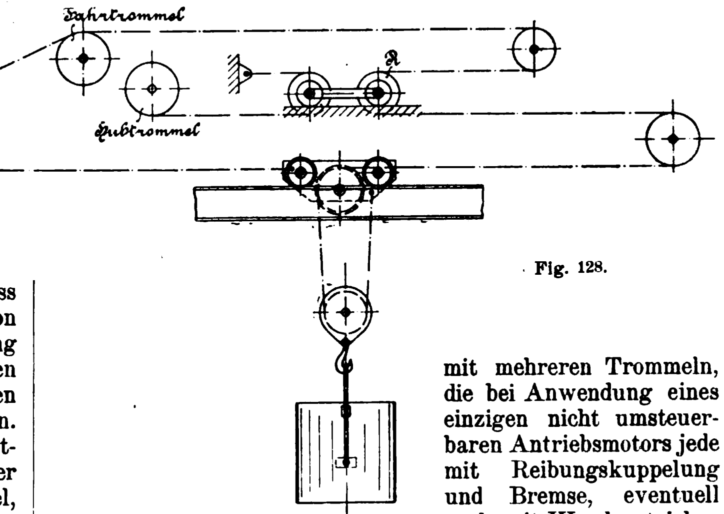


Fig. 128.

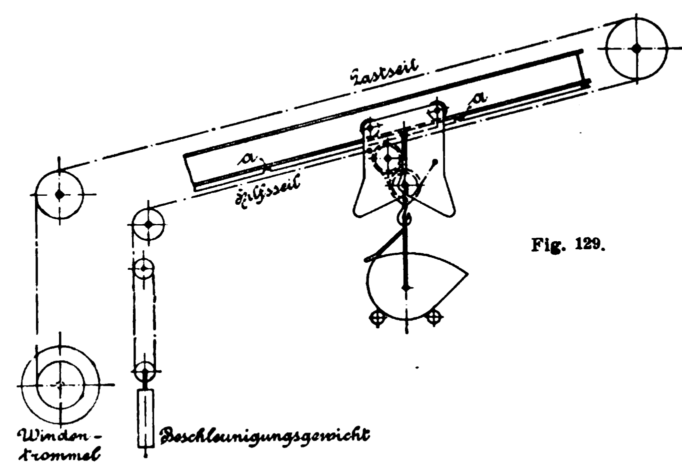


Fig. 129.

Zur Ausbildung dieser Konstruktionen hat zum Teil das Bestreben beigetragen, eine geeignete Einrichtung für die Bekohlung von Schiffen zu schaffen, für die eine gewöhnliche Schiffswinde genügen sollte.



Um den Rücklauf genügend schnell einzuleiten, ist eine ziemlich starke Neigung des Trägers im Verhältnis von etwa 1 : 4, nötig, da das ganze Seil mitgeschleppt werden muss. Wenn die Verhältnisse eine solche Neigung unmöglich machen, — und dass wird bei grosser Fahrbahnlänge meistens der Fall sein — wird zur Beschleunigung des Rücklaufs ein an einem Flaschenzug aufgehängtes Gegengewicht benutzt, wie in Fig. 129 angedeutet.

Weniger praktisch im Gebrauch, aber einfacher in Konstruktion und Handhabung, wird diese Anordnung, wenn man an der Stelle der Fahrbahn, wo das Hakengeschirr von der Katze gelöst werden soll, einen Anschlag anbringt. Durch den Anprall beim Gegenfahren wird das Hebelwerk der Katze so verschoben, dass die Last frei wird und gleichzeitig der Anschlagbügel die Katze am Rücklauf hindert. Wird dann die Last wieder hochgezogen, so führt der Anstoss des Hakens die Hebel in ihre ursprüngliche Stellung zurück, sodass die Last festhängt und die Katze frei wird. Die Konstruktion leidet an dem Uebelstande, dass der Maschinist die Katze nicht an beliebiger Stelle festhalten kann und das Versetzen des Anschlags etwas umständlich ist.

Eine dritte Möglichkeit ist die, die Katze in ein endloses Seil einzuhängen, das über eine Bremstrommel geführt wird, und sie damit an beliebiger Stelle festzuhalten. Diese Ausführung ähnelt dem auf S. 10 d. Bd. beschriebenen Drehkran von *Bleichert* (vgl. auch die folgende Skizze).

Die allereinfachste Anordnung eines Hochbahnkranes, die z. B. von *J. Pohlig* für seinen *Hunt*schen Elevator benutzt wird, stellt Fig. 130 dar. Der Haken ist an einer losen Rolle aufgehängt und die Fahrbahn unter etwa 30° geneigt, sodass dem in Richtung der Bahn wirkenden Seilzug $^1/_2\,Q$ eine gleich grosse Lastkomponente entgegenwirkt, die Aufwärtsfahren der Katze verhindert. Neigt man die Bahn noch ein wenig stärker, so ist die Katze vielmehr bestrebt, bergab zu laufen. Man muss sie daher durch einen Anschlag auf der Bahn feststellen. Solange die Last gesenkt und gehoben wird, bleibt die Katze stehen und wird erst mitgenommen, wenn das Hakengeschirr beim Hochziehen darunter stösst und die Winde weiterläuft. Gesenkt werden kann die Last nur dann, wenn die Katze sich gegen den Anschlag stützt. Diese Stellung ist in der Figur gezeichnet.

Einen Träger von grösserer Länge unter der Neigung von 30° zu verlegen, wird natürlich nur in den seltensten Fällen möglich sein, und *Pohlig* benutzt daher den Elevator in der Regel nur dazu, die Kohle aus dem Schiff ans Ufer zu fördern und in einen Füllrumpf zu schütten, von wo automatische Bahnen oder andere Transportmittel die Weiterbeförderung übernehmen.

Ihre ausserordentliche Einfachheit hat der Konstruktion grosse Verbreitung verschafft. Bei Verladung von Kohle auf Lagerplätze ist indessen die Umladung und vor allem der Sturz von dem Wagen der automatischen Bahn auf den

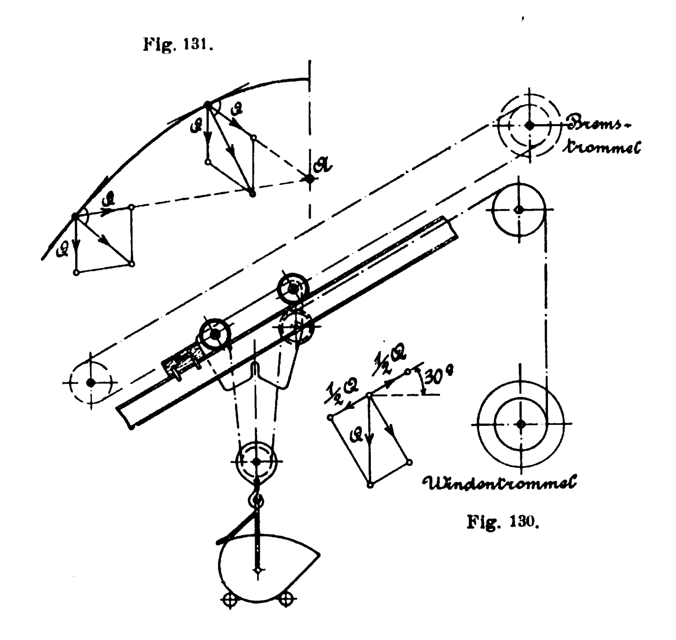


Fig. 131.

Fig. 130.

Lagerplatz dem Material schädlich, sofern es sich um stückige Kohle handelt, in anderen Fällen kann die Staubentwickelung unangenehm sein. Für solche Fälle empfiehlt deshalb *Pohlig* seine nach Fig. 127 angeordnete Verladebrücke.

Wenn man mit einfachem Seil, ohne lose Rolle, arbeiten will, wie es bei Greiferbetrieb erwünscht sein kann, so lässt sich das Seil nicht mehr parallel der Bahn führen. Setzt man die Winde jetzt etwa in den Punkt A (Fig. 131), so ergiebt sich aus der Bedingung, dass sich die Komponenten in Richtung der Bahn aufheben, oder was dasselbe heisst, die Resultierende senkrecht zur Bahn stehen soll, eine Kurve bestimmter Form. Wie aus Fig. 131 leicht ersichtlich, ist dies eine Parabel mit A als Brennpunkt. Wegen der grösseren Steigung verwendet *Pohlig* indessen diesen parabolischen Ausleger nur in seltenen Fällen.

Falls bei der Anordnung Fig. 130 die Möglichkeit gegeben werden soll, die Katze an beliebiger Stelle festzuhalten, so kann dies, wie punktiert angedeutet, durch Einschalten eines über eine Bremstrommel geführten endlosen Seiles geschehen.

(Fortsetzung folgt.)

Zusammenhang zwischen der kinetischen und der Vibrations-Theorie der Gase.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Physiker.

(Fortsetzung und Schluss von S. 45 d. Bd.)

III.

Am eingehendsten und genauesten ist die kinetische Gastheorie an der Hand der Versuche über die Reibung der Gase geprüft worden, so dass gerade bei dieser Frage die kinetische und die Vibrationstheorie der Gase sich besonders scharf einander gegenüberstellen und abgrenzen lassen. Da jedoch die Versuche, welche von Ingenieuren wie *Weisbach, Hagen* u. A. über die Reibung angestellt worden sind, nicht nach ausreichend genauen Messmethoden ausgeführt sind, so können für den vorliegenden Zweck in erster Linie nur die rein physikalischen Versuche von *Maxwell, O. E. Meyer, Kundt* und *Warburg* über die Reibung der Gase benutzt werden.

Bei der Reibung hat man es ausser mit den äusseren Druckkräften, welche auf zwei sich aneinander vorbei bewegende Flüssigkeitsschichten pressen, noch mit den inneren Zugkräften zu thun, welche von der Adhäsion und Kohäsion herrühren, d. h. also mit den subtilen Aeusserungen der zwischen den kleinsten Körperteilchen wirksamen Molekularkräfte. Will man daher einen sicheren und klaren Aufschluss über das Wesen der Reibung erhalten, so muss man vor allen Dingen eingehend über die Gesetze der Molekularphysik unterrichtet sein. Bevor ich jedoch von diesem Standpunkte aus die Reibungsgesetze darzulegen versuche, möchte ich nach dem oben angeführten Buche von *O. E. Meyer* die übliche Auffassung über das Wesen der inneren und äusseren Reibung kennzeichnen.

„Mit dem Namen der inneren Reibung hat *Newton* (Philosophiae naturalis principia mathematica, 1687, Liber II, sectio IX) eine Eigenschaft der flüssigen Medien bezeichnet, welche auch Viscosität oder Zähigkeit genannt wird. Diese Eigenschaft äussert sich in Erscheinungen, welche man — und zwar bei tropfbaren Flüssigkeiten vielleicht nicht mit



Unrecht — einer Kohäsion zuzuschreiben geneigt sein möchte, die sich bei der Bewegung äussert und einer solchen widerstrebt.

Um auf einer ruhenden Flüssigkeit einen festen Körper oder auf einer ruhenden Flüssigkeitsschicht eine andere, jene berührende fortzuschieben, bedarf man einer gewissen Kraft, ähnlich wie Kraft aufzuwenden nötig ist, wenn ein fester Körper auf einer ruhenden festen Unterlage rollend oder gleitend fortgeschoben werden soll. Die Analogie rechtfertigt, auf alle drei Erscheinungen die Bezeichnung Reibung anzuwenden, also nicht bloss den festen, sondern auch den flüssigen Stoffen eine Reibung zuzuschreiben. So nennt man *äussere Reibung* einer Flüssigkeit die auf der Grenzfläche der Flüssigkeit und eines festen Körpers oder auch einer anderen Flüssigkeit wirksame Reibung, während man als *innere Reibung* die zwischen den verschieden rasch bewegten Schichten einer und derselben Flüssigkeit thätige Reibung bezeichnet.

Es ist nicht schwer, den Grund zu erkennen, weshalb Kraft aufgewandt werden muss, diese vielleicht nur scheinbare Reibung der Flüssigkeit zu überwinden. Bewegt sich ein Körper in oder auf einer Flüssigkeit, so setzt er auch diese in Bewegung; er verliert also einen Teil seiner Energie, wie durch Reibung, und es muss, um diesen Verlust zu ersetzen, Kraft aufgewandt werden. Ebenso büsst eine Flüssigkeit, die sich längs der Oberfläche eines festen Körpers oder einer zweiten Flüssigkeit bewegt, einen Teil ihrer Geschwindigkeit dadurch ein, dass sie jenem anderen festen oder flüssigen Körper Bewegung mitteilt.

Ebenso wie in diesen Fällen äusserer Reibung, verhält es sich mit der inneren Reibung der Flüssigkeiten. Bewegt sich im Innern einer Flüssigkeit eine Schicht rascher als ihre Nachbarn, so zieht sie diese mit sich fort und verliert, indem sie an jene abgiebt, einen Teil ihrer eigenen Geschwindigkeit, ebenso wie ein bewegter Körper durch Reibung auf seiner Unterlage an Geschwindigkeit einbüsst.

Die Reibung der Flüssigkeiten, und zwar sowohl die innere als auch die äussere, besteht also nur in einer Uebertragung der Bewegung; aber diese Uebertragung geht nicht ohne Verlust vor sich: ein Teil der fortschreitenden Bewegung der Schichten verwandelt sich in Wärme, und, da diese Umsetzung in Wärme fort und fort stattfindet, so verwandelt sich alle translatorische Bewegung mit der Zeit in Wärmebewegung und wird, wie bei der Reibung starrer Körper, als mechanische Bewegung vernichtet. Auch diese Verwandlung in Wärme ist leicht zu begreifen. Wärmebewegung unterscheidet sich von fortschreitender nur dadurch, dass nicht, wie bei letzterer, die Bewegung sämtlicher Teilchen als ein ganzes nach einer und derselben Richtung geschieht, sondern dass sich die einzelnen Teilchen, und zwar jedes für sich, nach allen möglichen Richtungen ohne Unterschied bewegen.

Ich möchte hierzu besonders betonen, dass in der That, wie ja angegeben wird, die Reibung neben dem äusseren Druck, dem die sich aneinanderreibenden Stoffe ausgesetzt sind, lediglich auf der Wirksamkeit der Kohäsion und Adhäsion beruht. Es gilt dies Gesetz jedoch nicht nur für die festen und flüssigen Substanzen, sondern auch für die Gase; denn auch zwischen den einzelnen Molekeln der letzteren sind Kohäsionskräfte wirksam, obschon dieselben unter normalen Verhältnissen infolge der aus der Umgebung kommenden und absorbierten Wellen aufgehoben werden und daher nicht vorhanden zu sein scheinen. Die Definition des gasförmigen Aggregatzustandes, dass die Molekeln der Gase jeden ihnen gebotenen Raum ausfüllen, ist streng genommen nicht richtig, sondern nur unter der Bedingung, dass die durch Druckverminderung und entsprechende Volumvergrösserung bedingte Temperaturerniedrigung durch Wärmezufuhr aus der Umgebung ersetzt wird. Dass dagegen die Kohäsionskraft zwischen den Gasmolekeln bei genügender Temperaturerniedrigung sehr erheblich werden kann, wird durch die Verflüssigung der permanenten Gase nach dem *Linde*schen Verfahren deutlich bewiesen. Die Kohäsion hängt eben bei jedem Stoffe in ganz bestimmter Weise von der Temperatur desselben und dem äusseren Druck ab. Ich betone daher hier nochmals, dass die Gesetze für die Reibung bei allen drei Aggregatzuständen dieselben sind und die Reibungserscheinungen sich nur dem Grade, aber nicht der Art nach von einander unterscheiden; denn auch die festen Körper können ebenso wie die flüssigen sich jeder Form anpassen, bei sehr starkem Druck in jede beliebige Form gepresst werden, ihre Molekeln sind also ebenfalls gegen einander verschiebbar, während durch entsprechende Temperaturerhöhung feste und flüssige Stoffe auch in den dampf- oder gasförmigen Zustand übergeführt werden können.

Zur Erklärung aller dieser Vorgänge reicht die ältere Hypothese der Molekularphysik, welche auf anziehenden und abstossenden Fernkräften beruht, nicht mehr aus, es ist daher dieselbe, namentlich mit Rücksicht auf das immer weiter um sich greifende Prinzip von der Einheit der Naturkräfte, durch die überall in der exakten Naturforschung giltige Vibrationstheorie zu ersetzen. Nach derselben werden die Molekularkräfte durch die von Molekül zu Molekül strömenden Wellen bedingt und bestimmt. Ist dies richtig, so müssen nach der in „Elementare Physik des Aethers" entwickelten Theorie die Kohäsionskräfte der einzelnen Stoffe den brechenden Kräften direkt proportional sein. Da nun die festen Körper im allgemeinen grössere Brechungsexponenten und somit auch grössere brechende Kräfte als die flüssigen Substanzen besitzen, so müssen die Kohäsionskräfte der festen Körper grösser als diejenigen der flüssigen sein; ja, es muss sogar die Anziehung, welche die Moleküle des festen Körpers auf diejenigen der Flüssigkeit ausüben, grösser sein als diejenige der Flüssigkeitsmoleküle untereinander. In der That bestätigt die Beobachtung diese Folgerung der Theorie, denn wirklich ist beispielsweise die Adhäsion des Wassers an einem Glasstabe grösser als die Kohäsion der Wasserteilchen untereinander. Taucht man nämlich ein reines Glasstäbchen ins Wasser und zieht es dann heraus, so sieht man, dass eine Wasserschicht an demselben haftet. Hält man dasselbe vertikal, so sammelt sich an seinem unteren Ende ein Tropfen an, der nicht herabfällt, sondern der Wirkung der Schwere entgegen an dem Stäbchen haften bleibt. Diese einzige Thatsache beweist das Dasein der Adhäsion des flüssigen Körpers an dem festen, wie auch das der Kohäsion der einzelnen Teile der Flüssigkeit. Denn die zunächst am Glase anhängende Wasserschicht wird durch die Adhäsion des Wassers am Glase getragen und der übrige Teil des Tropfens durch die Kohäsion der Wassermoleküle. Da also der Tropfen entgegen der Schwere getragen wird, so muss in diesem Falle sowohl die Kohäsion der Flüssigkeit als auch die Adhäsion derselben am Glase grösser als die Wirkung der Schwere sein. Der Versuch zeigt aber ferner, dass die Adhäsion des Wassers am Glase grösser ist als die Kohäsion der Wasserteile untereinander; denn beim Herausziehen des Stabes wurden die an dem Stabe haftenden Wassermoleküle von ihren Nachbarmolekülen losgerissen, mit welchen sie durch die Kohäsion zusammenhingen. Indessen ist dies nicht immer der Fall. Das bemerkenswerteste Beispiel für die entgegengesetzte Erscheinung bietet das Quecksilber, das an einem eingetauchten Glasstabe beim Herausziehen desselben nicht haften bleibt. Gleichwohl aber adhäriert das Quecksilber stärker am Glase als das Wasser, wie die von *Gay-Lussac* mit Glasplatten angestellten Messungen beweisen.

Die theoretische Erklärung dieser Thatsachen ergiebt sich aus der Absorptionstheorie *Sellmeiers* und der Giltigkeit des Reaktionsprinzips für die Aetherwellen. Nach den ausführlichen theoretischen Darlegungen und experimentellen Untersuchungen in „Die elementare Physik des Aethers" (Verlag von *M. Krayn*-Berlin) erleiden die einströmenden Aetherschwingungen keinen Widerstand, können daher auch keine mechanische Arbeit in diesem Falle leisten; dagegen haben dieselben beim Ausströmen aus dem dichteren in das dünnere Medium infolge der fast totalen Reflexion einen Widerstand zu überwinden und müssen daher nach dem *Segner*schen Prinzip einen Rückstoss ausüben. Die Grösse dieses Rückstosses ist dem Emissionsvermögen direkt proportional und damit im Falle des stationären Zustandes, in welchem Absorption und Emission einander gleich sind, auch dem Absorptionsvermögen, also nach den Auseinandersetzungen im ersten Abschnitt der Grösse

$$V = (n^2 - 1) \cdot \frac{2\,\pi^2}{\tau^2} \cdot m'\,(a')^2.$$

Da man, wie oben auseinandergesetzt ist, den Faktor $\frac{2\pi^2}{\tau^2} \cdot m' (a')^2$ bei gleichem Druck und gleicher Temperatur als konstant ansehen kann, so verhalten sich somit die Kohäsionskräfte nach der Vibrationstheorie direkt wie die brechenden Kräfte $n^2 - 1$. Die Richtigkeit dieser Schlussfolgerung wird durch die nachfolgende Tabelle bestätigt, welche ich a. a. O. Th. II S. 98 veröffentlicht habe. Das Mass der Kohäsionskräfte bildet bei den Versuchen von *Quincke* die Oberflächenspannung H der gerade noch cohärierenden Flüssigkeitstropfen; dieselbe ist in der dritten Reihe der nachstehenden Tabelle durch Division mit der Zahl 38,36 auf die der brechenden Kraft entsprechende Masseinheit umgerechnet worden.

Flüssigkeit	Temperatur (C.)	Oberflächenspannung $\frac{H}{38,36}$	$n^2 - 1$
Zn	360	4,56	4,31
Cd	320	3,66	3,4
Sn	230	3,12	3,31
Hg	—40	3,06	3,1
Pb	330	2,38	2,4
Bi	265	2,03	2,3
Sb	432	1,30	1,39

Ganz entsprechend erhält man die Grösse der Kohäsionskraft der Gase gleich ihrer brechenden Kraft $n^2 - 1$, so dass dieselbe im Verhältnis zu derjenigen der flüssigen und festen Körper fast ganz verschwindet, da die brechenden Kräfte der permanenten Gase, wie Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, rund gleich 0,0005 sind. Die Kraft, mit welcher die Flüssigkeitsteilchen des Zinks zusammengehalten werden, ist demnach mindestens etwa 9000 mal so gross als diejenige, welche bei gleichem äusseren Drucke zwischen den Luftmolekeln zur Wirkung kommt.

Aus den vorstehenden Untersuchungen folgt mit Rücksicht darauf, dass die äussere Reibung von dem äusseren Drucke und von der Adhäsions- bezw. Kohäsionskraft eines Stoffes abhängig ist, ohne weiteres, dass bei gleichem äusseren Drucke der Reibungskoeffizient verschiedener Stoffe der brechenden Kraft $n^2 - 1$ oder richtiger der infolge der Reibung erzeugten Wärme $A \cdot (n^2 - 1) \frac{2\pi^2}{\tau^2} \cdot m' (a')^2$ direkt proportional sein muss. Bei verschiedenen Geschwindigkeiten ist natürlich die Reibung noch von der Geschwindigkeit abhängig und zwar, wie die Versuche bestätigt haben, der Geschwindigkeit direkt proportional. Die innere Reibung η ist natürlich der lebendigen Kraft der gesamten Molekularenergie $n^2 \cdot \frac{2\pi^2}{\tau^2} \cdot m' (a')^2$ direkt proportional. Man erhält daher für den Quotienten der inneren und äusseren Reibung bei gleichem Druck, gleicher Temperatur und gleicher Strömungsgeschwindigkeit, d. h. für den Quotienten der Reibungskoeffizienten, die sogenannte Gleitungskonstante ξ, die Gleichung,

$$\xi = \frac{\eta}{\varepsilon} = \frac{n^2 \cdot \frac{2\pi^2}{\tau^2} \cdot m' (a')^2}{(n^2 - 1) \cdot \frac{2\pi^2}{\tau^2} \cdot m' (a')^2} = \frac{n^2}{n^2 - 1}$$

folglich für den Reibungskoeffizienten $\frac{1}{\xi}$

$$\frac{1}{\xi} = \frac{n^2 - 1}{n^2} = 1 - \frac{1}{n^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (23)$$

Aus den Transpirations- und Schwingungsbeobachtungen von *Graham* (Philos. Transactions 1846 und 1849), von *Kundt, Warburg* und *O. E. Meyer* (Pogg. Ann.) und von *Obermeyer* (Repertorium der physikalischen Technik, *Karl*), ergiebt sich, dass die Gleitungskonstante die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Werte besitzt; daneben stehen die reciproken Werte und diejenigen für $1 - \frac{1}{n^2}$, Luft als Masseinheit gewählt.

Ich bemerke zu der untenstehenden Tabelle, dass die Beobachtungen, aus welchen die dritte Reihe $\frac{1}{\xi}$ berechnet ist, höchst unsicher sind und Abweichungen bis zu 20 % bei verschiedenen Beobachtern vorkommen; so betragen die Beobachtungsunterschiede beim Wasserstoff nach den Versuchen von *O. E. Meyer*, *Kundt* und *Warburg* 18,8 %, beim Sauerstoff nach *O. E. Meyer* und *Obermeyer* 2 %, bei der Kohlensäure nach *Maxwell* und *Obermayer* 4 %. Es konnte daher zwischen der Beobachtung und Theorie kaum eine grössere Uebereinstimmung erzielt werden, weil die Beobachtungen selbst in so weiten Grenzen schwanken. Hiermit stimmt auch überein, dass *Lothar Meyer* seine Transspirationsbeobachtungen selbst nicht für genau genug hielt und daher, wie er mir 1885 schrieb, in meinen Untersuchungen über die Atome und Molekulvolumina eine Kontrole seiner Versuche zu erhalten hoffte. Vorbeschriebene Methode dürfte ihm sicher vorteilhafter erschienen sein.

IV.

Aus der kinetischen Gastheorie ist auf Grund des in der Einleitung erwähnten *Maxwell*schen Wahrscheinlichkeits- oder Verteilungsgesetzes der Satz abgeleitet worden, dass die Leitungsfähigkeit eines Gases für Wärme den Gesetzen folgen muss, welche für den Reibungskoeffizienten und für die spezifische Wärme gelten. Die aus diesem Satze gezogenen Schlussfolgerungen können aus Mangel an sicheren und unantastbaren Beobachtungen nicht geprüft werden, so dass ich ein Eingehen darauf noch für verfrüht halte. Ich beschränke mich daher auf die Untersuchung der Frage, ob die Wärmeleitung thatsächlich demselben Gesetze wie die

Gase	Gleitungskonstante ξ	Reibungskoeffizient $\frac{1}{\xi}$	$\frac{n^2-1}{n^2}$	Differenz in % von $n^2 - 1$	$n^2 - 1$	$\frac{1}{n^2 - 1}$
Luft	0,0000100	1	1	0	1	0,0000100
Wasserstoff	0,0000186	0,54	0,47	— 15	0,47	0,0000213
Kohlenoxyd	0,00000985	1,02	1,157	+ 12	1,157	0,0000090
Stickstoff	0,00000986	1,02	1,02	0	1,020	0,0000098
Stickoxyd	0,00000959	1,04	1,03	— 0,9	1,03	0,0000097
Sauerstoff	0,00001059	0,944	0,924	— 2,2	0,924	0,00001082
Chlorwasserstoff	0,00000734	1,4	1,526	+ 8,3	1,527	0,0000065
Kohlensäure	0,00000680	1,5	1,525	+ 1,7	1,526	0,0000065
Stickoxydul	0,00000681	1,5	1,71	+ 12	1,71	0,0000060
Kyan	0,00000419	2,4	2,83	+ 15	2,832	0,0000036
Schweflige Säure	0,00000485	2,1	2,25	+ 7	2,26	0,00000442
Chlor	0,0000474	2,11	2,62	+ 20	2,623	0,0000040
		Mittlerer Fehler 7,84 %				

Reibung und die spezifische Wärme gehorcht, d. h. mit anderen Worten, ob die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase, bezogen auf Luft als Masseinheit, ebenfalls dem Ausdrucke, $\frac{n^2 - 1}{n^2}$ oder mit Rücksicht darauf, dass n^2 sehr nahe gleich 1 ist, der brechenden Kraft $n^2 - 1$ direkt proportional ist.

Zur Beantwortung dieser Frage muss auf das Wesen der Wärmeleitung zurückgegriffen werden. Die Grundannahmen, welche zur Entwickelung einer mathematischen Theorie der Wärmebewegung durch Leitung notwendig und ausreichend sind, sind die beiden folgenden: Erstens findet bei der Wärmeleitung eine unmittelbare Wirkung der Wärme nur in unbeschränkt kleiner Entfernung statt, sei es nun, dass sie für weitere Entfernungen entweder wirklich aufhört oder nur wegen ihrer Kleinheit sich den Sinnen entzieht, zweitens ist die Wirkung zwischen zwei unbeschränkt nahen Teilen dem Unterschied der Wärmemenge oder Temperatur proportional und zwar erfolgt dieselbe als eine ausgleichende so, dass der wärmere Teil an den weniger warmen etwas abgiebt. Auf diese beiden Voraussetzungen kommt jede Lehre von der Wärmebewegnng schliesslich zurück, mag man die Wärme als einen Stoff, wie früher, ansehen oder, wie die Analogie anderer physikalischer Erscheinungen fordert, als lebendige Kraft, hervorgebracht durch die wellenförmige Bewegung des Aethers.

Die erste Annahme ist jedoch überflüssig und trifft in sachlicher Hinsicht für die diathermanen Körper und für die Gase nicht zu. Die zweite Annahme genügt jedoch nach der Vibrationstheorie zur Ableitung des für die Wärmeleitung giltigen Gesetzes. Unter der Wärmeleitung versteht man nicht die Fortpflanzung der Wärme durch Strahlung, d. h. durch alleinige Vermittelung des zwischen den Körpermolekülen befindlichen Aethers, sondern vielmehr die Fortpflanzung der Wärme durch Absorption der Wärmeschwingungen durch die Körperteilchen und die Abgabe der so aufgenommenen Wärmeenergie an benachbarte Körpermoleküle u. s. w. Es bleibt dabei vollkommen gleichgiltig, ob die Strahlen der Wärmequelle gleich in der ersten Körperschicht vollständig absorbiert und nunmehr von Schicht zu Schicht weiter gestrahlt werden oder ob ein Teil der Strahlen etwas weiter in den Körper eindringt und erst dort sich in Molekularschwingungen umsetzt oder unverwandelt als strahlende Wärme aus dem Körper wieder austritt, wie dies mit dem grössten Teile der den Gasen zugestrahlten Wärme geschieht. Wesentlich ist nur für die Wärmeleitung die wirklich von dem leitenden Medium in jeder Schicht aufgenommene Wärmemenge, denn nur diese kann weiter geleitet werden nach Stellen geringeren Schwingungszustandes. Nun ist aber diejenige Wärmemenge, welche ein Körper zu absorbieren vermag, nach der Grundgleichung der Vibrationstheorie

$$A V = Q = A\,(n^2 - 1)\,.\,\frac{2\,\pi^2}{\tau^2}\,.\,m'\,(a')^2$$

dieser Grösse muss demnach bei allen Stoffen das Leitungsvermögen direkt proportional sein, d. h. je grösser das Absorptionsvermögen, um so grösser muss auch das Leitungsvermögen der Körper sein. Nun ist aber bei den Gasen der Faktor $\frac{2\,\pi^2}{\tau^2}\,.\,m'\,(a')^2$ mit sehr grosser Annäherung als konstant zu betrachten; folglich erhält man für das Verhältnis des Leitungsvermögens der Gase die Beziehung

$$L_1 : L_2 = n_1^2 - 1 : n_2^2 - 1$$

d. h. das Leitungsvermögen ist der brechenden Kraft $n^2 - 1$ direkt proportional. Dasselbe Gesetz ergiebt sich auch, wie ich in der elementaren Physik des Aethers gezeigt habe, für das Leitungsvermögen der festen Stoffe.

Dass auch die spezifische Wärme gleicher Volumina $s\,c\,p$ der brechenden Kraft direkt proportional ist, wurde bereits in Abschnitt I nachgewiesen; es bleibt daher nur übrig, den experimentellen Nachweis zu führen, dass dies auch für die Wärmeleitung der Gase zutrifft. In der nachfolgenden Tabelle sind die spärlichen hierfür wirklich brauchbaren Versuche zusammengestellt.

Namen der Gase	Brechungsexponenten n	Brechende Kraft $n^2 - 1$	Leitungsvermögen Silber = 10	Leitungsvermögen nach *Natterer*
Luft	1,000294	0,000588	0,0005	—
Sauerstoff	1,000272	0,000543	0,0005	0,0005
Wasserstoff	1,000138	0,000276	?	0,000275
Stickstoff	1,000300	0,000408	0,00049	0,0004
Chlor	1,000772	0,001542	?	0,00145
Stickoxyd	1,000303	0,000611	?	0,0004
Schwefelwasserstoff .	1,000644	0,001288	?	0,0011
Chlorwasserstoff . .	1,000449	0,000898	?	0,0008

Angesichts der Schwierigkeiten, welche die Bestimmung der Wärmeleitung der Gase bereitet, ist die Uebereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung vollständig ausreichend.

Es sei hier noch bemerkt, dass nach genauen Beobachtungen das Wärmeleitungsvermögen der Luft gleich 0,00005 ist, wenn dasjenige des Kupfers gleich 1 gesetzt wird; die Luft leitet also die Wärme 20000 mal schlechter als Kupfer. Nun ist der Brechungsexponent des Kupfers nach *Wien* rund 3, also $n^2 - 1 = 8$, folglich $\frac{0{,}000588}{8} = 0{,}000074$, also ziemlich nahe gleich dem Werte 0,00005, dem man bei genauerer Ermittelung des Brechungsexponenten noch näher kommen dürfte.

Zum Schluss ist noch die Frage nach dem Zusammenhang der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie *Maxwells* mit der *Sellmeier*schen Absorptionstheorie klarzulegen. Dies lässt sich in wenigen Worten sagen, da ich nur den Kern der Entwickelungen, nicht aber mathematische Formeln bringen will. *Maxwell* gelangt durch seine Wahrscheinlichkeitstheorie zu dem Resultat, dass die Gesamtmasse der Moleküle nur kurze Wege von den Dimensionen der Aetherwellen zurücklegen könne; dies ist aber sachlich dasselbe, als ob man sagte, dass die Moleküle Schwingungen um ihre Gleichgewichtslage ausführen. Nimmt man letzteres von vornherein an, so hat man nicht mehr nötig, den mathematisch schwierigen und gekünstelten Beweis für die mittlere Wegelänge oder Schwingungsbewegung der Moleküle zu führen. Ausserdem hat man noch den Vorteil, die in der Physik nach allen Richtungen hin durchgearbeitete und fast überall als richtig bestätigt gefundene Vibrationstheorie für die bei den Gasen wahrgenommenen Erscheinungen als Erklärung benutzen zu können. Man gelangt so schneller, einfacher und allgemein fasslicher zum Ziel. Die von *Maxwell* für den wahrscheinlichen Zustand der Gase abgeleiteten Beziehungen sind Exponentialformeln derselben Art, wie solche in der Arbeit „Uebereinstimmung der Spannungs-, Volumen- und Temperaturgesetze der Stoffe mit den Absorptions- bezw. Emissionsgesetzen der Aetherwellen“ (Verhandlnngen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses 1900) von mir abgeleitet und an der Hand der Beobachtungen als richtig bestätigt worden sind.

Die selbstthätigen (automatischen) Telephonapparate und Vermittelungsämter

behandelte kürzlich ein Artikel[1]), in welchem am Schlusse das System „*Faller*“ dem Namen nach erwähnt wurde, und worüber die bekannte New Yorker Zeitschrift Electrical Review berichtete.

Dieses weicht von dem vorbeschriebenen *Strowger*-System ab und sei deshalb in kurzen Zügen angegeben. Die besonderen Eigenheiten bestehen darin, dass, so lange der Fernhörer des Anrufapparates abgehängt ist, durch eingetretene Verriegelung ein Anruf und Störung von ausserhalb nicht

[1]) D. p. J. 1902, Bd. **317**, S. 757.

möglich ist. Ferner kommen nur wenig Elektromagneten und Relais, dagegen ein Elektromotor zur Verwendung, und zum Einstellen der gewünschten Teilnehmernummer dienen bei einer Teilnehmerzahl bis zu 100 an dem Sprechapparat zwei Zifferblätter, von denen das eine die Einer-, das andere die Zehnernummern der Teilnehmer enthält.

Die Teilnehmerapparate sind durch eine Doppelleitung mit dem automatischen Vermittelungsamte verbunden und führen daselbst zu zwei parallel verlaufenden, von einander isolierten Schienen. Diese stehen in Verbindung mit den ebenfalls von einander isolierten Federn eines beweglichen Schlittens, der auf den Schienen seine Führung erhält. In der Normalstellung stehen die Schlitten am Ende der zugehörigen Schienen, auf welchen sie sich bei einem Anruf fortbewegen, wobei sie mittels der vorgenannten Federn Kontaktstifte berühren, die paarweise gegenüberliegend, an den Schienen isoliert und rechtwinklig befestigt sind. Hierdurch wird der betreffende Stromkreis geschlossen.

Ruft nun ein Teilnehmer an, dann wird die Sperrklinke des Schlittens ausgelöst und dieser gleitet auf der Schiene entlang, die mechanischen Vorrichtungen der auf den gewöhnlichen Aemtern verbindenden Personen automatisch erfüllend.

Die Trennung der Gesprächsverbindungen geschieht ebenfalls durch Anhängen des Hörers, wodurch die Schlitten wieder in ihre Ruhelage zurückkehren.

Eine Verbesserung an dem System der Doppelschlitten und Auslösungen durch positive und negative Stromstösse hat wiederum *Roger William Wallace* dadurch getroffen, oder wenigstens zunächst versucht, dass die einzelnen Sprechapparate einer Teilnehmergruppe durch einen Draht mit Querschienen verbunden sind, deren Anzahl derjenigen der Teilnehmergruppen entspricht. Die Querschienen sind dann über Kontaktstifte mit einem Umschalter verbunden, welcher nach Passieren des nach allen Seiten beweglichen Schlittens die definitive Verbindung bewirken soll.

Eine weitere Einzelkonstruktion an derartigen Einrichtungen ist von *Anthong von Wagenen* in Sioux City an den Schalt- und Sperrklinken zum Zwecke sicheren Eingreifens getroffen. Dieselbe ist derart, dass die eine Klinke beim Stromschluss direkt ausgelöst wird, dadurch der zweiten die Bewegung giebt und hierdurch nach Art eines Echappements wirkt. Hierbei sind die Klinken auf verschiedenen Zapfen einzeln einstellbar gelagert und gestatten von einander unabhängig ihre Einstellung zum Sperrrad.

Der Vollständigkeit halber sei weiter das kürzlich bekannt gewordene, selbstthätige Fernsprechsystem von *Albert W. Bullard* in Sommerville nach dem amerikanischen Patent No. 709 739 angeführt. Die Schaltungsanordnung ist in Figur 1 schematisch angegeben. Rechts und links befinden sich im oberen Teil des Schemas zwei Teilnehmerapparate, welche mit den Nummern No. 111 (linker Apparat) und No. 222 (rechter Apparat) bezeichnet seien. Es bedeutet d die Drucktaste, S das Relais mit dem Elektromagneten M und einem Kontakt A. Im Vermittelungsumschalter sind die Elektromagnete mit D und E bezeichnet, während F einen dritten Elektromagneten mit einem Schalterknopf N—H, J—O Relais, B Stromquellen bezeichnet. Die mit einem Index versehenen Buchstaben sind die entsprechenden, zur anderen Fernsprechstation gehörenden Apparatteile. Der Anruf und Stromverlauf gestaltet sich dann folgendermassen:

Wenn der Teilnehmer No. 111 einen anderen Teilnehmer z. B. No. 222 zu sprechen wünscht, so stellt er den Zeiger seines Schalters, bezw. Nummernscheibe, deren Konstruktionsart in D. p. J. 1902, S. 757 bereits genannt ist, zuerst auf die Zahl 2 und drückt dann den Druckknopf d für die Hundertzahl. Hierdurch schliesst der Knopf den Kontakt A mit den Elektromagneten, indem ein Strom einer Wechselstromdynamo G über die Kontakte N, Relais S, Magnet D, Linienleitung Magnet M und Erde geschlossen wird. Ein Echappement bewegt dann auf dem Amte die Hundertscheibe, wobei die Einer- und Zehner-Schallscheiben noch in ihrer Ruhestellung verharren. Nach dieser Thätigkeit stellt der Teilnehmer No. 111 zur endgültigen Verbindung mit dem Teilnehmer No. 222 die Einer- und Zehnerzahl 22 ein und schaltet nach Niederdrückung des Druckknopfes über die zweite Linienleitung über den Elektromagneten E den weiteren Mechanismus des Amtes ein. Der Schluss der Verbindungsleitung auf dem Amte erfolgt dann durch Abheben des Hörers vom Haken der rufenden Station No. 111 und Einschaltung des Magneten F mit seinem Kontakt N. Die Relais H und J besorgen hierbei eine Kurzschliessung der Magnete D und E. Das Relais 4 verbindet den Stromschluss über N_1 und O_1 und Erde die Linienleitung zum Teilnehmer No. 222, dessen Wecker so lange läutet, bis dieser seinen Hörer vom Haken nimmt.

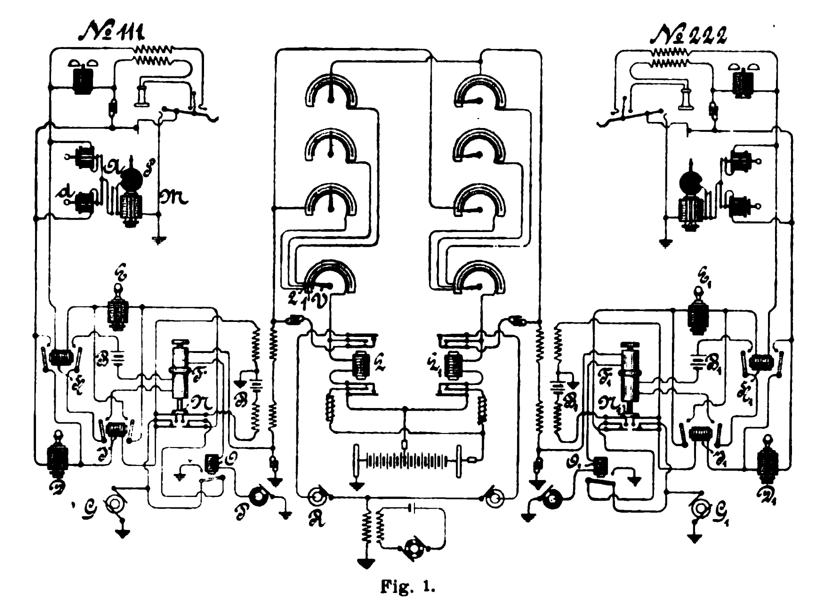


Fig. 1.

Sollte die Leitung zum Teilnehmer No. 222 besetzt sein, so kann, da gleiche Potentiale herrschen werden, das Relais 4 nicht in Wirkung kommen, was sich dem rufenden Teilnehmer No. 111 durch ein Summen in seinem Hörer bekannt giebt.

Im Anschluss hieran hat *Bullard* mit *Malcalm C. Barty* in dem amerikanischen Patent No. 709 740 noch andere Einrichtungen niedergelegt, durch welche für kleinere Vermittelungsämter für alle Teilnehmer eine gemeinschaftliche Vorrichtung auf dem selbstthätigen Vermittelungsamte vorgesehen ist. Beide Einrichtungen, bezw. Patente befinden sich in Händen der *American Bell Telephone Company.*

H.

Die geleislosen elektrischen Bahnen mit Oberleitung.

Ueber diese neuen Verkehrsmittel berichten u. a. zwei Schriftchen; das eine, welches den Oberingenieur *Thomas Marcher* zum Verfasser hat, behandelt die verschiedenen, bisher zur Verwendung gelangten Systeme, während das andere von Zivilingenieur *Schiemann* sich mit dessen System befasst.

Noch sind es wenige, die den Bau solcher Anlagen unternommen haben und im wesentlichen bestehen zunächst nur Versuchsstrecken, die sich aber in Hinsicht auf die jungen Unternehmungen im allgemeinen schon gut bewährten.

Hierzu zählen insbesondere die Einrichtungen nach dem System „*Schiemann*“ mit den Probestrecken bei Königstein



Hütten und die nach dem System *Lombard Gérin* (s. D. p. J. 1900, S. 736) und Dr. *A. Brunn* durch den Zivilingenieur *J. Brandt* mit einer Probestrecke in Eberswalde. Nach letzterem System war bereits auf der Pariser Weltausstellung 1900 eine Probestrecke ausgeführt.

Die geleislosen Bahnen lassen sich bequem an örtliche Verhältnisse anpassen und kommen, ohne mit den sonstigen elektrischen Niveaubahnen in ihrer Verwendung und Anlage in Konkurrenz zu treten, da in betracht, wo die Strassen wegen zu geringer Breite oder aus sonstigen Ursachen die Verlegung von Schienen nicht zulassen oder aber, wo andere elektrische Bahnen, die durch die Schienenanlage besonders teuer werden, wegen des zu geringen Verkehres, sich nicht rentieren würden.

Diese Systeme schaffen gewissermassen ein Verbindungsglied zwischen einem Omnibus und einer mit Oberleitung betriebenen elektrischen Strassenbahn.

Ihre Einrichtungen können aber auch bei dem Fortbewegen von Lastschiffen auf Wasserstrassen Verwendung finden. So ist ein an die Oberleitung des Ufers angeschlossenes Boot z. B. auf dem Erie-Kanal schon in Benutzung genommen.

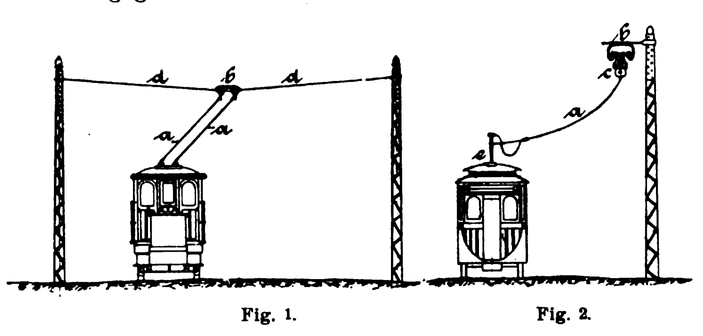


Fig. 1. Fig. 2.

Was die konstruktive neue Ausrüstung betrifft, so muss bei den Wagen auf weit bessere Federung wie bei den auf Schienen laufenden Wagen Bedacht genommen werden, wie auch die Bremsfähigkeit und das Drehungsvermögen der Wagengestelle eine besonders ausgiebige sein muss. Hierbei sind auch Versuche gemacht worden, viele Teile des Wagens und der Angriffsvorrichtung aus weichem, zähem und elastischem Material herzustellen und zur Federung eine Kombination von Spiral- und Blattfedern zu verwenden. Motore und Kontroller sind bisher dieselben oder sehr ähnliche, wie bei den bekannten Motorwagen.

Hinsichtlich der Stromabnehmer unterscheiden sich die beiden vorgenannten Systeme wesentlich. Während sich das System *Schiemann* hierin an die bekannten Stromabnehmer auf den Motorwagen der Schienenbahn anlehnt, bezw. dieselben Stromabnehmer mit entsprechender Ausladung und guter Drehbarkeit anwendet, benutzt das französische System einen Luftmotor, welcher durch einen Teilstrom der Oberleitung seine Antriebskraft erhält und, auf dieser Oberleitung sich fortbewegend, den Strom für die Wagenmotore abnimmt und durch ein Kabel dem Wagen zuführt. Dementsprechend bestehen auch zwischen beiden Systemen grosse Unterschiede in dem Oberleitungsmaterial zur Aufhängung der Fahrdrähte.

In den beistehenden Figuren ist schematisch die Stromabnahme veranschaulicht. In Fig. 1 (*Schiemann*) bezeichnen *a* die Stromabnehmer, von denen jeder Wagen der metallischen Hin- und Rückleitung halber zwei solcher besitzen muss, *b* die Aufhängung für den Fahrdraht und *d* den Aufhängungs- bezw. Abspanndraht. In Fig. 2 (*Lombard Gérin*) bedeutet *a* das doppeladrige Leitungsseil, *b* die isolierte Aufhängung, *c* den Stromabnahme-Motor und *e* eine auf dem Wagendach angebrachte Säule, welche den Zweck hat, das Strom zuführende Seil in einer gewissen Höhe zu halten, damit andere Fahrzeuge, die diesem begegnen, passieren können.

Bei dem französischen System bedingt der zwischen den Luftleitungen laufende und auf diese beiden Fahrleitungen in einem mit Rollen versehenen Gestell aufgehängte und immerhin recht schwere Motor eine sehr kräftige und sorgfältige Ausgestaltung der Befestigungsteile für die Oberleitung. Hierbei ist eine gute Fabrikation und Installation erforderlich, wobei der Abstand der parallel laufenden Fahrdrahtleitungen durch Justierung auf geradezu Millimeter bestimmt wird, damit die Rollen des vorbezeichneten Luftmotors auf dem Fahrdraht frei laufen und nicht durch Schleifen eine Reibung und hierdurch grössere Abnutzung des Fahrdrahtes und durch höheren Antriebsstrom eine Verteuerung der Betriebskosten hervorrufen.

Ueber die Betriebskosten seines Systemes giebt *Schiemann* folgendes an:

Das Kilometer eingleisiger Kleinbahn mit elektrischem Betrieb kostet je nach der Anzahl der erforderlichen Betriebsmittel, bezw. des einzuhaltenden Betriebsplanes 80000 bis 120000 M., während ähnliche Anlagen für Dampfbetrieb 60000—80000 M. für 1 km kosten. Die gleislose Anlage lässt sich mit 15—25000 M. pro km herstellen.

Der spezifische Stromverbrauch solcher Fahrzeuge auf die Tonne beförderter Last berechnet, ist selbstverständlich höher als bei einem auf Schienen laufenden Wagen, indess wird dieser Mehrverbrauch an Strom bei weitem nicht die Zinsen, Amortisationsquoten und Unterhaltung des Bahnkörpers usw. erreichen.

An Beispielen lässt sich feststellen, dass der Lastverkehr mittels besonderer Gleisbahn 4mal grössere Anschaffungswerte erfordert hätte, als beim gleislosen Betrieb, während die Betriebskosten für die Einheit sich nur um die höheren Stromkosten erhöhen. Wenn die Betriebsverhältnisse sich ändern, d. h. wenn die Verkehrsdichtigkeit die ein- bis zweistündigen Intervalle übersteigt und die kapitalisierten höheren Stromkosten eine Gleisbahnanlage rechtfertigen, kann die gleislose Bahn der Pionier für die an gleicher Stelle später zu errichtende Gleisbahn werden. Für den späteren Einbau des Bahnkörpers einer Kleinbahn lassen sich die Stromzuführungsanlagen der „Omnibusbahn" ohne jede Aenderung verwenden.

Als ganz besonderen Vorteil muss man hervorheben, dass die Anlage einer gleislosen Bahn ein in der Nähe befindliches Elektrizitätswerk voll ausnützt und dieses ganz sicherlich rentabel macht, falls dasselbe vorher etwa kränkeln sollte. Selbst wenn man die Stromtransformierung durch stationäre Akkumulatorenbatterieen vornehmen müsste, kann die Rentabilität durch den 15—16stündigen Tagesbetrieb wesentlich erhöht werden. *H.*

Zuschrift an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit des Einsenders.)

In dem Aufsatz „Neuere Pumpen" von *Fr. Freytag* in No. 2 Ihrer geehrten Zeitschrift findet sich auf S. 22 die Bemerkung, dass die Anordnung unserer Dampfkolben das Herausnehmen eines jeden Kolben für sich bei Entfernung nur eines einzigen Zylinders gestatte.

Wir erlauben uns hierzu richtig zu stellen, dass *kein einziger* Zylinder zu entfernen nötig ist, wenn ein Kolben herausgenommen werden soll. Gerade dies ist der Vorteil der beschriebenen, uns gesetzlich geschützten Anordnung der Kolbenstangen.

Mit der höflichen Bitte, diese Richtigstellung freundlichst aufnehmen zu wollen, empfehlen wir uns

Berlin, 10. Januar 1903. Hochachtungsvoll

Worthington Pumpen Compagnie
Actien-Gesellschaft.
Otto H. Mueller, Direktor.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 6. **Berlin, 7. Februar 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Versuche mit dem Pupinschen Kabel, ausgeführt von der Siemens & Halske A.-G.

1. Ueber die wesentliche Neuerung in der Konstruktion von Telephon- und Telegraphenleitungen, welche von dem Amerikaner *Pupin* theoretisch entwickelt und von ihm bereits praktisch erprobt worden ist, ist bereits in D. P. J. 1902, Bd. 317, S. 69[1]) ausführlich berichtet. In Deutschland sind neuerdings von der *Siemens & Halske A.-G.* mit Unterstützung der Reichspost- und Telegraphenverwaltung eingehende Versuche mit dem *Pupin*schen Leitungssystem durchgeführt worden und haben ein sehr befriedigendes Ergebnis geliefert, wie die Veröffentlichung von *F. Dolezalek* und *A. Ebeling* „Untersuchungen über telephonische Fernleitungen *Pupin*schen Systems" in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1902, Heft 49, zeigt. Die bisher angewandten Telephon- und Telegraphenkabel haben eine ziemlich beträchtliche Kapazität und erfordern daher erhebliche Elektrizitätsmengen, um auf die elektrische Spannung geladen zu werden, welche für die Ueberwindung des elektrischen Leitungswiderstandes nötig ist. Die Ladungsströme geben natürlich zur Entstehung *Joule*scher Wärme, welche an Stelle verbrauchter elektrischer Energie auftritt, Anlass, und bedeuten somit einen elektrischen Energieverlust, der um so grösser wird, je grösser der Leitungswiderstand ist; eine Verkleinerung des Leitungswiderstandes würde diesem Uebelstande abhelfen, ist aber nur bis zu einer gewissen Grenze möglich, weil sonst die Querschnitte der Leitungen zu gross und die Anlagekosten zu bedeutend würden. Da ein Teil der auf der Aufgabestation in das Kabel geschickten Elektrizitätsmengen dazu dient, das Kabel statisch zu laden, so ist die am Ende beobachtete Stromstärke kleiner als im Anfangspunkt. Ist die Amplitude des im Anfangspunkte herrschenden Wechselstromes A_0, so ist sie in der Entfernung x nur noch

$$A_x = A_0 \, . \, e^{-\beta x}$$

β ist massgebend für die Abnahme der Stromstärke mit der Entfernung von der Anfangsstation und heisst daher „Dämpfungs- oder Abnahmekoeffizient"; er hängt von dem auf den Kilometer berechneten Widerstande R, der Selbstinduktion L und Kapazität C des Kabels und von der Periodenzahl z des Wechselstromes ab und ist

$$\beta = \sqrt{\pi \, . \, z \, . \, C \left[\sqrt{4 \, \pi^2 z^2 L^2 + R^2} - 2 \, \pi \, z \, L\right]}$$

Infolge der Kapazität kommen noch andere Störungen (vgl. den angezogenen Aufsatz von *K. T. Fischer*) hinzu, wenn die zu übertragenden Impulse sehr rasch auf einander folgen, wie es bei der Telephonübertragung nötig ist. Das einfachste Mittel, um dem schädlichen Einfluss der Kapazität zu begegnen, besteht darin, der Leitung eine genügend hohe Selbstinduktion zu geben, da die Selbstinduktion die Intensität der Ladeströme und damit die Wärmeverluste vermindert, vorausgesetzt, dass der Widerstand der Leitungen nicht wesentlich verändert wird. Es ist aus diesem Grunde schon früher versucht worden, den Kabeln dadurch grössere Selbstinduktion zu geben, dass man sie mit Eisen umkleidete, allein man erzielt auf diese Weise nur eine verhältnismässig geringe Erhöhung der Selbstinduktion, die nicht ausreicht, um den schädigenden Einfluss der Kapazität zu kompensieren. Die Einschaltung von Selbstinduktionsspulen in die Leitung ermöglicht zwar sofort die Selbstinduktion ganz erheblich zu steigern, allein es sind auch derartige Versuche früher ohne einen eigentlichen Erfolg angestellt worden, und zwar aus dem Grunde, weil in diesem Falle — „bei unstetig verteilter Selbstinduktion" — der Abstand der Selbstinduktionsspulen eine sehr wichtige Rolle spielt.

Das Verdienst *Pupins* war es, zunächst auf rechnerischem Wege ermittelt zu haben, dass die Wellenlänge λ — d. i. die Strecke, über welche hin sich die elektrische Störung während der Dauer des Impulses ausbreitet, stets ein Vielfaches des Abstandes der Selbstinduktionsspulen sein muss, wenn nicht schädliche Einflüsse durch Reflexion sich geltend machen sollen; er fand, dass ein Kabel mit unstetig verteilter Selbstinduktion mit derselben Genauigkeit berechnet werden kann, wie ein Kabel mit stetig verteilter Selbstinduktion, mit welcher

$$\sin \frac{1}{2} \frac{2 \pi l}{\lambda} = \frac{1}{2} \frac{2 \pi l}{\lambda}$$

gesetzt werden darf, wo l den Spulenabstand und λ die Wellenlänge bedeutet (l. c. ds. Zeitschr. S. 70). Die Wellenlänge hängt von der Kapazität C, Selbstinduktion L und Schwingungszahl z der zu übertragenden Impulse ab und zwar ist

$$\lambda = \frac{1}{z \, . \, \sqrt{L C}}$$

wo L den Selbstinduktionskoeffizienten und C die Kapazität des Kabels für den Kilometer bedeuten. Die Wellenlänge beträgt bei transatlantischen Kabeln etwa 4 km bei 750 Schwingungen in der Sekunde, und wächst bei einfacheren Kabeln bis zu 20 und mehr Kilometer für die gleiche Schwingungszahl, welche etwa der mittleren Schwingungszahl der beim Sprechen auftretenden Töne entspricht.

2. Schon die ersten Versuche der *Siemens & Halske A.-G.* lehrten, dass mit geeignet eingeschalteten Selbstinduktionsspulen mit dem gleichen Leitungsdraht, d. h. mit dem gleichen Kostenaufwand über mehr als die vierfache Entfernung telephoniert werden kann, wie vorher, sodass man schon jetzt in der Lage ist, zwischen so weit auseinander liegenden Städten wie Berlin und London oder Paris und Petersburg eine ganz vortreffliche telephonische Verbindung herzustellen.

Die deutschen Versuche sind mit einem Erdkabel zwischen *Berlin-Potsdam* und auf einer Freileitung *Berlin-Magdeburg* angestellt worden.

Das Kabel Berlin-Potsdam ist 32,5 km lang und enthält 28 Doppelleitungen von 1 mm starken Kupferleitern, welche

[1]) *K. T. Fischer*, Neuerungen auf dem Gebiete der Schwachstromtechnik, III. das *Pupin*sche Kabel für Ferntelephonie und Ferntelegraphie.

mit Papier hohl umsponnen sind. Von den 28 Doppelleitungen wurden nur 14 mit *Pupin*schen Induktionsrollen versehen, während die andern 14 im ursprünglichen Zustand blieben und ein willkommenes Vergleichsobjekt bildeten. Da die Kabel durch die Versuche nicht beschädigt werden durften, mussten die Verbindungsstellen der Einzellängen des Kabels verwendet werden, und die Induktionsspulen an den Stellen, wo die Verbindungsmuffen lagen, eingeschaltet werden. Es wurde jede zweite Muffe verwendet und so alle 1300 m eine Induktionsrolle eingeschaltet. Jede Spule hatte 4,1 Ohm für die Hin- und Rückleitung, 0,062 Henry Selbstinduktion für den Kilometer, einschliesslich Spulen hatte das Kabel 23,5 Ohm für den Kilometer Widerstand und eine gegenseitige Kapazität von 0,037 Mikrofarad für den Kilometer. Als Dämpfungskoeffizient berechnet sich demnach $\beta = 0{,}0106$; für die ursprüngliche Kabelschleife war für einen Wechselstrom von 900 Perioden in der Sekunde die Selbstinduktion zu $L = 0{,}003$ *Henry* bestimmt worden, was einen Dämpfungskoeffizienten $\beta = 0{,}06$ liefert. Die Spuleneinschaltung hat somit die Selbstinduktion auf den 200fachen Wert erhöht und den Dämpfungsfaktor auf den 6. Teil seines Wertes heruntergedrückt. Während man bei der nicht ausgerüsteten Schleife von 32,5 km Länge eine Uebertragung mittels einer *Siemens*schen Mikrophonstation, wie sie in der Reichspost verwendet werden, nur noch auf eine Entfernung von $^1/_2$ m vom Empfangsapparat verstehen konnte, war die Uebertragung mittels der nach *Pupin* ausgerüsteten Linie noch in einer Entfernung von 10 m vom Empfangsapparat deutlich vernehmbar. Durch Hintereinanderschaltung von drei Schleifen konnte man eine Linie von 97,5 km Länge herstellen. In diesem Falle war die Uebertragung durch die mit Induktionsspulen versehene Linie noch sehr gut verständlich, die unbelastete Linie lieferte eine gerade noch verständliche Wiedergabe. Die Verwendung von 5 Schleifen, entsprechend 162,5 km Leitungslänge, ermöglichte mit Einschaltung der Induktionsspulen eine sehr deutliche Verständigung, während ohne die Spulen die Uebertragung überhaupt kaum mehr bemerkbar war. Die Wiedergabe auf 32,5 km unbelastete Kabellänge war ungefähr ebenso deutlich wie die Uebertragung durch die 5 fache mit Spulen belastete Länge (162,5 km); durch 13 mit Spulen versehene Schleifen (422,5 km) konnte man sich noch schwach verständigen. Eine Freileitung von 2 mm starkem Bronzedraht zwischen Berlin und Potsdam ergab ungefähr dieselben Lautstärke wie eine einzige ausgerüstete

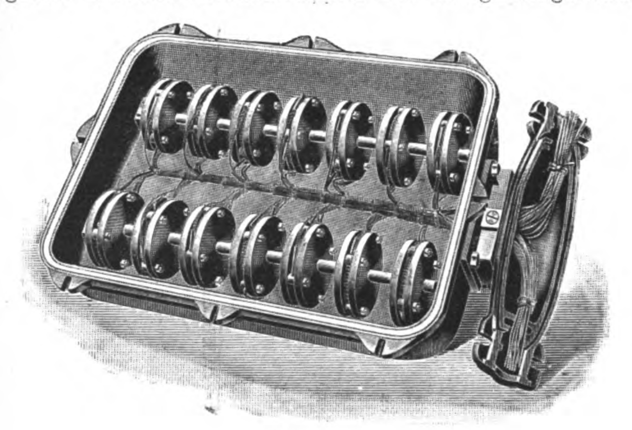


Fig. 1.

Kabelleitung von 1 mm Durchmesser bei gleicher Länge der beiden Leitungen. Die Induktionsspulen waren nach Fig. 1 in einen eisernen Kasten eingebettet, welcher mit Isoliermaterial ausgegossen wurde, und die Zuleitungen wurden durch eine Oeffnung im eisernen Kasten ausgeführt und an die Kabeladern in den Verbindungsmuffen angeschlossen.

Für den Versuch mit Freileitungen zwischen Berlin und Magdeburg stand eine Bronzefreileitung von 2 mm Durchmesser und etwa 150 km Länge und eine 3 mm starke

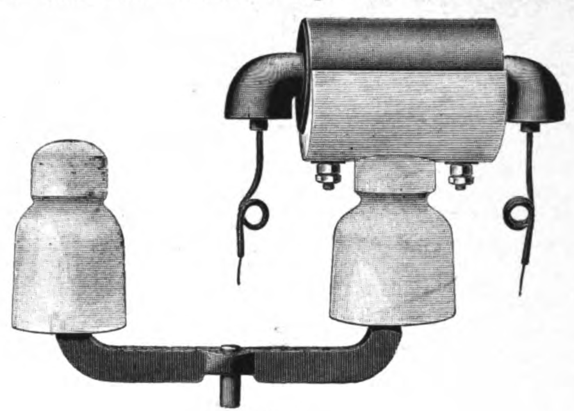


Fig. 2.

Bronzeleitung von 180 km Länge zur Verfügung. Die erstere Linie wurde mit Induktionsspulen ausgerüstet, indem alle 4 km eine Spule von etwa 6 Ohm Widerstand und etwa 0,008 *Henry* Selbstinduktion eingeschaltet wurde. Fig. 2 zeigt wie die Spulen auf Doppelisolatoren angebracht waren. Trotzdem die ausgerüstete Linie nur weniger als den halben Querschnitt hatte, wie die Vergleichsleitung ohne Spule, war die Lautübertragung auf ersterer viel kräftiger als auf der zweiten.

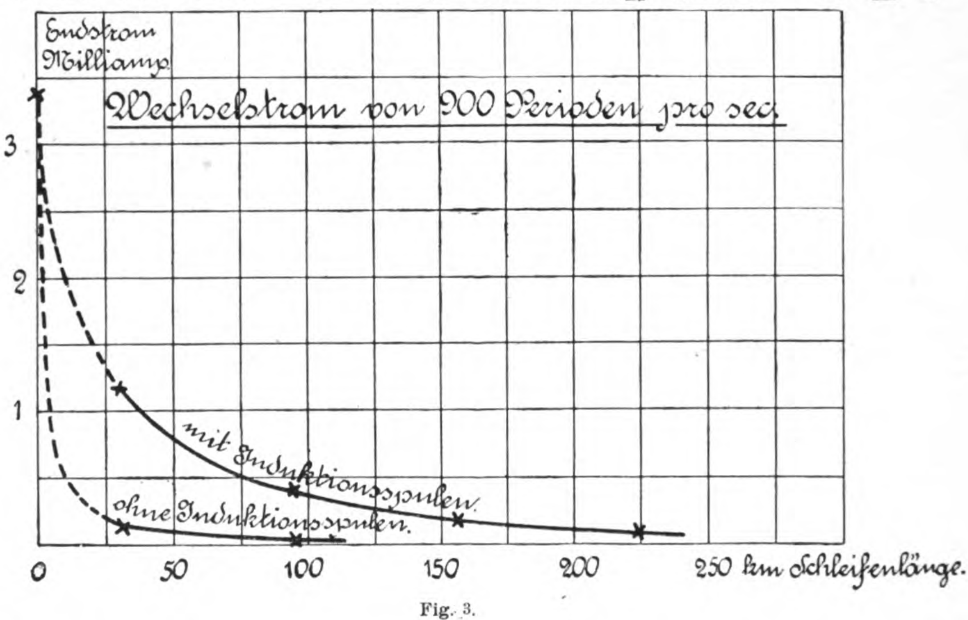


Fig. 3.

3. Um *unmittelbare Messungen* vorzunehmen, wurde die Kabelleitung zwischen Berlin und Potsdam mit Wechselstrom von 400 bezw. 900 Perioden in der Sekunde beschickt und sowohl an der Anfangs- wie Endstation die Stromstärke mit Hilfe eines empfindlichen Wechselstrommessers festgestellt. Der Empfangsapparat erhielt die gleiche Selbstinduktion (0,4 *Henry*) und den gleichen Widerstand (400 Ohm), den eine Mikrophonstation besitzt. Das Ergebnis der Messungen ist in Fig. 3 dargestellt, wo als Abcissen die Kabellängen, verändert durch Hintereinanderschaltung von einzelnen Adern, und als Ordinaten die an den Enden beobachteten Stromstärken aufgetragen sind. An der Aufgabestation betrug die Stromstärke bei allen Versuchen 3,38 Milliampères.

Wie man aus Fig. 3 ersieht, beträgt bei 32,5 km Kabellänge der Endstrom des *Pupin*schen Kabels 1,2 Milliampère, derjenige des reinen Kabels nur 0,17 Milliampère, so dass beim *Pupin*schen Kabel eine 7 mal kräftigere Uebertragung erfolgte. Bei einer Länge von 97 km war der Endstrom im *Pupin*schen Kabel 48 mal so gross als im einfachen Kabel.

In der Fig. 4 sind die Ergebnisse von Messungen mit 400 Perioden in der Sekunde wiedergegeben. Hier ist der

Unterschied zwischen der Uebertragung durch das belastete und unbelastete Kabel nicht so gross wie bei der höheren Periodenzahl. Beachtenswert ist, dass die Stromstärke der Endstation bei Verwendung des *Pupin*schen Kabels sich viel weniger mit der Periodenzahl verändert, als bei dem reinen Kabel (vergl. D. P. J. 1902, **317**, S. 70, Gleichung 7); d. h. es werden die einzelnen Obertöne beim *Pupin*schen Kabel richtiger übertragen als beim einfachen Kabel.

Die Messungen auf der Freileitung Berlin-Magdeburg, welche mit den gleichen Apparaten, wie die eben angeführten Kabelversuche ausgeführt wurden, ergaben bei Wechselstrom von 900 Perioden in der Sekunde und einer Anfangsstromstärke von 3,38 Milliampère auf der:

150 km langen, 2 mm-Leitung ohne Spulen 0,53 Millampère Endstrom
150 km langen, 2 mm-Leitung mit Spulen 2,20 Milliampère Endstrom
180 km langen, 3 mm-Leitung ohne Spulen 0,84 Milliampère Endstrom

Die Isolation betrug ungefähr 25 Megohm f. d. km. Durch Einschalten der Selbstinduktionsspulen auf der 2 mm-Leitung wurde demnach der Endstrom auf den 4fachen Betrag gesteigert. Der Einfluss der Isolation ist auf der nach *Pupin* ausgerüsteten Freileitung von 2 mm grösser als auf der 3 mm Leitung, allein selbst bei einem Isolationswiderstande von nur 1 Megohm f. d. km war die Leitung mit Selbstinduktionsspulen der einfachen 3 mm-Leitung noch überlegen. *Man wird also mit einer Pupinschen Leitung mit gleichem Kupfergewicht auf die 4fache Entfernung telephonieren können, wie mit einer einfachen Freileitung.*

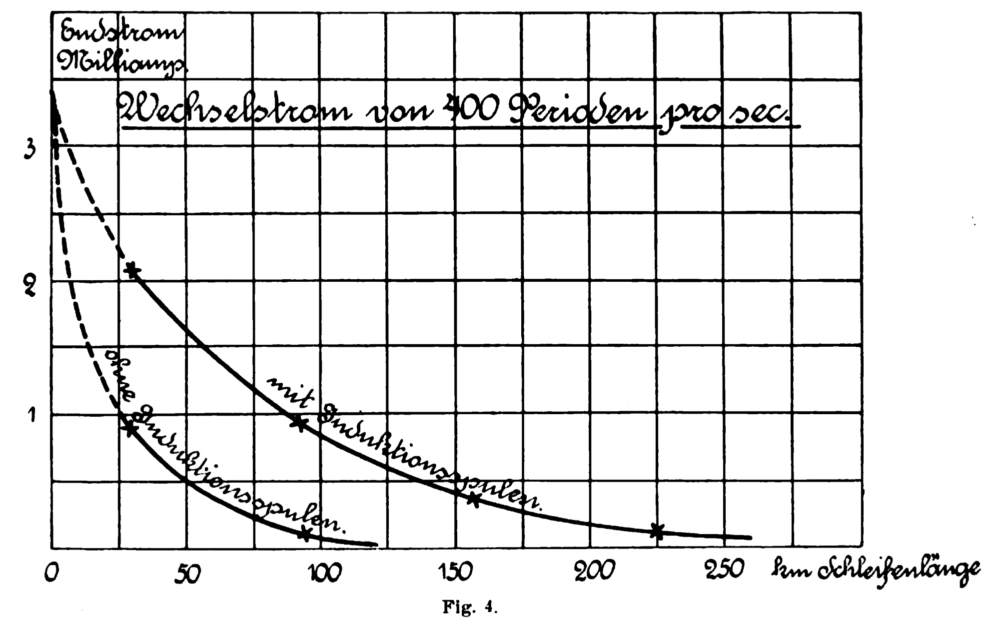


Fig. 4.

4. ***Einfluss des Spulenabstandes.*** Durch unmittelbare Versuche wurde schliesslich noch festgestellt, welchen Einfluss der Spulenabstand auf die Uebertragung ausübt, denn wie schon erwähnt (s. D. P. J. 1902, **317**, S. 72, Fig. 7 und 8) ist die günstige Wirkung der Selbstinduktionsspulen nur dann vorhanden, wenn sie in einem Abstande angebracht werden, welcher nur ein Bruchteil der Wellenlänge ist. Als Versuchsobjekt diente ein gewöhnliches Papierkabel mit 0,8 mm starker Kupferseele von 28 km Länge. Der verwandte Wechselsstrom hatte 980, 600 und 400 Perioden in der Sekunde. Entsprechend der Selbstinduktion $L = 0{,}075$ *Henry* für den Kilometer und der gegenseitigen Kapazität, $C = 0{,}04$ Mikrofarad für den Kilometer ergab sich die Wellenlänge zu $\lambda_{980} = 12{,}9$ $\lambda_{600} = 21{,}0$ $\lambda_{400} = 31{,}5$ km.

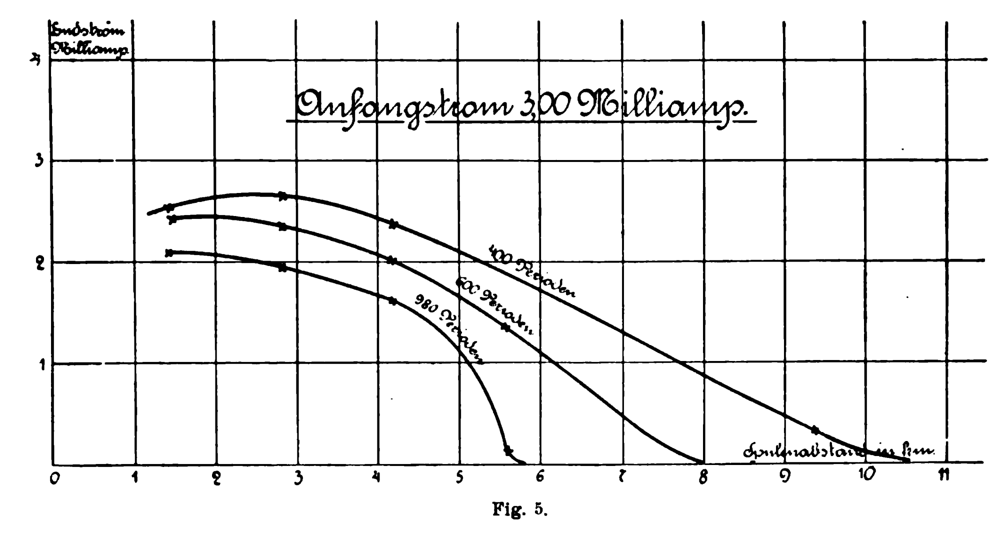


Fig. 5.

Die Induktionsspulen hatten je 0,11 *Henry*; im ganzen waren 20 solche Spulen eingeschaltet und zwar unter Konstanterhaltung der Gesamtinduktion in Abständen, die von 1,4 bis 10 km wechselten. Der effektive Anfangsstrom betrug 3,00 Milliampère.

In Fig. 5 ist der am Ende der 28 km langen Schleifen austretende Strom für die verschiedenen Periodenzahlen als Funktion des Spulenabstandes dargestellt. Der Widerstand des Empfangsapparates betrug 370 Ohm, die Selbstinduktion 0,15 *Henry*. Man sieht, dass, wie bereits früher von *Pupin* aus der Theorie geschlossen worden ist, die Induktionsspulen erst günstig wirken, wenn sie in einem Abstande angebracht werden, welcher etwa $^1/_7$—$^1/_{12}$ der Wellenlänge beträgt und dass ihr Einfluss eher schädlich als nützlich wirkt, wenn ihr Abstand nur $^1/_2$—$^1/_3$ der Wellenlänge beträgt.

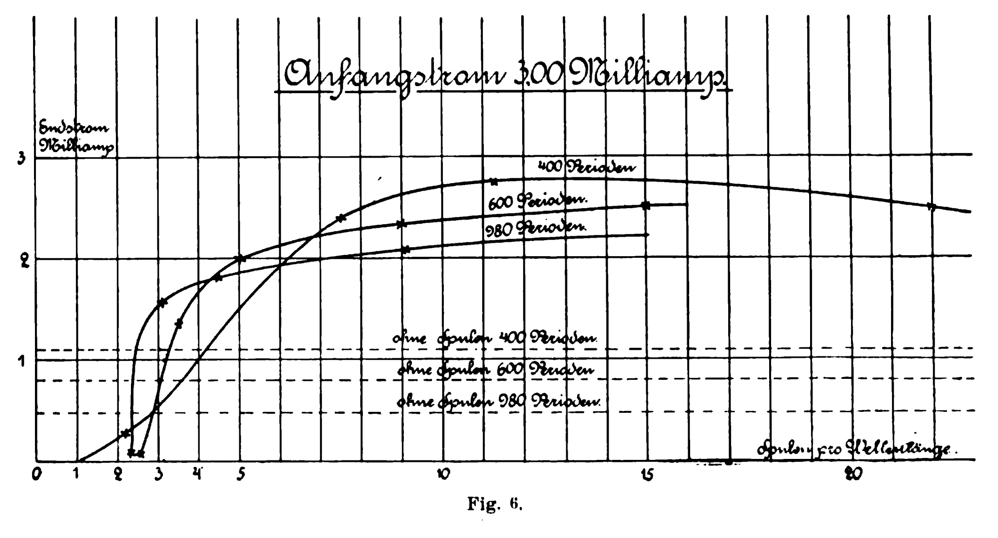


Fig. 6.

In Fig. 6 ist die Endstromstärke als Funktion der innerhalb einer Wellenlänge angebrachten Anzahl Spulen dargestellt. Es zeigt daher diese Figur das vorige Ergebnis, nur in etwas anderer Form.

Sehr befriedigend ist die Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse mit der Berechnung[2]), welche angenähert durchgeführt werden kann unter der Annahme, dass der Empfangsapparat eine verschwindend kleine Impedanz besitzt; denn es wird sich darum handeln, voraus zu berechnen, welche Endwirkung an einem längeren Kabel, dessen Konstanten L, R und C man kennt, zu erwarten sind, wenn man der Frage näher tritt, ob durch die *Pupin*sche Neuerung etwa eine transatlantische Telephonie in den Bereich der Möglichkeit gerückt ist. Das ist nun thatsächlich der Fall, was die *elektrischen* Bedingungen anbelangt; allein die Herstellung und Verlegung eines Seekabels mit Spulen begegnet sehr erheblichen technischen Schwierigkeiten, wenn es in grosse Tiefen zu verlegen ist. In der Nord- und Ostsee, in welcher nur verhältnismässig kleine Tiefen auftreten, lässt sich die Verlegung ohne weiteres ausführen und eine unmittelbare Telephonverbindung zwischen Berlin-London oder Berlin-Kopenhagen-Stockholm ohne Schwierigkeit herstellen. Die Firma *Siemens & Halske* hat sich daher auch entschlossen, die europäischen Patente *Pupins* zu erwerben.

Karl T. Fischer, München.

[2]) Soweit die Berechnung nicht in dem l. c. Aufsatz von *K. T. Fischer* D. p. J. angegeben ist, muss auf die Originalarbeit von *Pupin* bezw. den Aufsatz von *F. Dolezalek* und *A. Ebeling*, welche die *Pupin*sche Berechnung zum Teil wiedergeben, verwiesen werden.

Die Hebezeuge auf der Düsseldorfer Ausstellung.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung statt Schluss von S. 621 Bd. 317.)

Elektrischer Personenaufzug mit Knopfsteuerung von L. Hopmann, Köln-Ehrenfeld.

In der Halle für Bau- und Ingenieurwesen hatte *L. Hopmann* einen elektrisch betriebenen Personenaufzug, einen hydraulischen Warenaufzug mit indirektem Betrieb, einen Handaufzug für leichte Lasten und verschiedene Winden ausgestellt. Ein Gesamtbild der Ausstellung giebt Fig. 123. Der erste, mit Drehstrom von 110 Volt betriebene Aufzug, der auf eine Galerie von 4 m Höhe förderte, wurde im Betriebe vorgeführt und soll zunächst beschrieben werden. (Fig. 124 bis 136.)

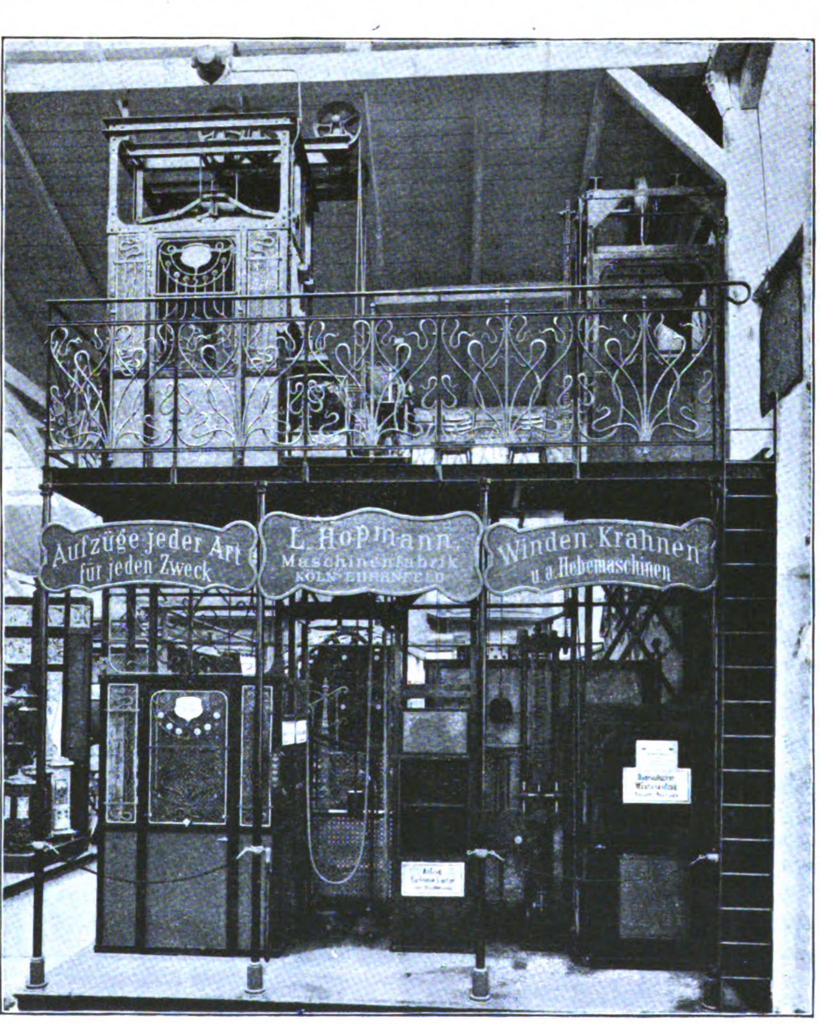


Fig. 123.
Ausstellung von Hopmann.

Der an zwei Seilen aufgehängte Fahrstuhl bewegt sich in einem Gerüst aus ⊏ und L Eisen und wird durch zwei ⊥ Eisen geführt. Ein Gegengewicht, das zwischen den Schenkeln der ⊏ Eisen läuft, gleicht das Gewicht des Fahrkorbes und der halben Nutzlast aus.

Die Fangvorrichtung stellen Fig. 129 u. 130 S. 86 dar. Auf einen Ansatz a in der Mitte des Seilbalanciers stützt sich der Hebel b, der bei c einen vorläufig als fest anzunehmenden Drehpunkt hat. Auf ihm ruhen die Enden zweier an der Fahrstuhltraverse gelagerter Hebel d, die infolge des Seilzuges das Bestreben haben, den Punkt e nach abwärts zu drücken. In e greift Hebel d an einen weiteren Hebel f an, der an einer am Fahrstuhl befestigten Stange gelagert ist und durch eine Spiralfeder aufwärts getrieben wird. Der Seilzug überwindet den Federdruck und bringt den Hebel f in die gezeichnete wagerechte Stellung, wo er durch einen Anschlag festgehalten wird. In dieser Lage berühren die beiden auf f gelagerten, mit hartem Holz ausgefütterten Klemmbacken den zwischen ihnen hindurchgeführten Steg der ⊥ Schiene nicht. Sobald indessen die Seile schlaff werden oder reissen, kommt, da der Druck im Punkte c aufhört, die Spiralfeder zur Wirkung und stellt den Hebel f schräg. Die beiden Backen kommen nun zum Anliegen und ziehen sich infolge der Reibung selbstthätig fest.

Wenn ein Seil allein reisst oder sich unzulässig dehnt, so dreht sich der Ansatz a mit dem Balancier zur Seite, sodass Hebel b seinen Stützpunkt verliert und die Fanghebel freigiebt.

Probiert wird die Fangvorrichtung auf folgende Weise: Der Hebel b ist auf einer vertikalen Stange g gelagert, die durch den Seilzug nach unten gedrückt wird und sich auf einen im Fahrstuhlgerüst gelagerten Hebel h stützt. Die Stange hat ausserdem oben eine Führung, die der Deutlichkeit wegen in der Zeichnung fortgelassen ist. Hebel h wird durch die mit Handgriff versehene Probierstange i festgehalten. Löst man die Stange, so kann g frei nach unten gehen, Hebel b dreht sich um a und setzt die Fangvorrichtung in Wirksamkeit. Durch Anziehen und Feststellen der Probierstange wird der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt.

Um Ueberschreitung der normalen Geschwindigkeit zu verhindern, kann die Sperrung der Stellstange i mit einem endlosen Seil in Verbindung gebracht werden, das in der Regel vom Fahrstuhl mitgenommen, aber bei zu grosser Ge-

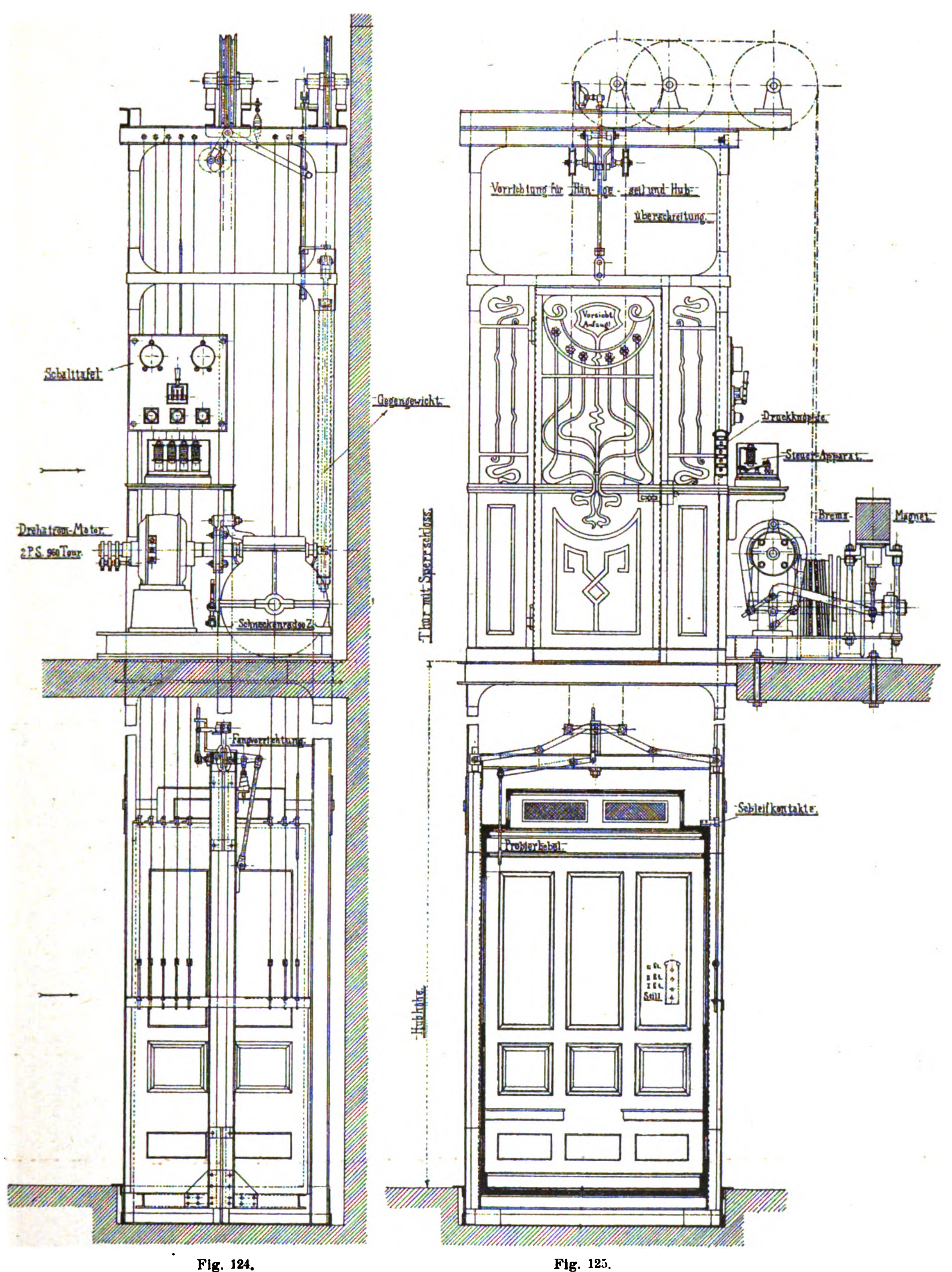


Fig. 124. Fig. 125.

Personenaufzug von Hopmann.

schwindigkeit von einem Regulator gebremst wird. Dadurch wird die Sperrung gelöst, die Stange i geht nach oben und die Fangvorrichtung kommt zur Wirkung.

Von den meisten neueren Fangapparaten unterscheidet sich diese Konstruktion dadurch, dass sie nicht die Drehung des Seilbalanciers bei Schlaffwerden eines Seiles unmittelbar zum Einrücken benutzt, sondern dadurch nur eine Federwirkung auslöst.

Zum Vergleich ist in Fig. 131 und 132 S. 87 eine ähnlich gebaute Fangvorrichtung von ***Hopmann*** gezeichnet, die für Lastenaufzüge bestimmt ist. Zur Führung des Fahrstuhls dienen hier ⊏Eisen. Um die Schenkel des ⊏Eisens greifen zwei mit Schlitzen versehene Hebel a herum, die im normalen Betriebe horizontal stehen und dabei die Führungseisen nicht berühren. Tritt jedoch unter der Wirkung der Federn e eine Schrägstellung der Fanghebel ein, so klemmen sie sich mit ihren Schlitzen an dem ⊏Eisen selbstsperrend fest und halten den Fahrstuhl zurück, mit dem sie durch die Laschen b verbunden sind.

Für gewöhnlich werden die Fanghebel durch den Hebel f

niedergehalten, der in einer Gabel g fest gelagert ist und am anderen Ende mit einem Zapfen auf einem Ansatze i des Seilbalanciers ruht, ähnlich wie im vorigen Falle. Der Seilzug kann die Hebel nur bis zur horizontalen Lage bringen, da dann die Zugstange d gegen einen Ansatz stösst. Reissen die Seile, so werden die Hebel f frei, und die Fangvorrichtung

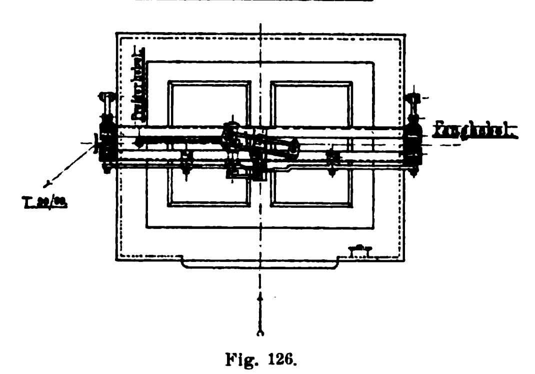


Fig. 126.

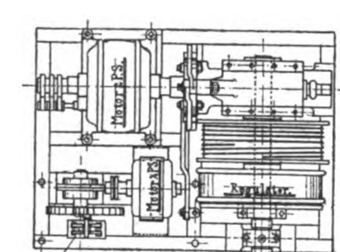


Fig. 127. Fig. 128.

wird durch die Federn e zur Wirkung gebracht. Wird dagegen eins der Seile schlaff, so dreht sich der Balancier, der Ansatz i weicht seitlich aus und lässt die Hebel f abgleiten.

Die Gabeln g sind mit zwei Winkelhebeln l verbunden, welche durch die Stellstange m niedergehalten werden. Will man die Fangvorrichtung probieren, so ist diese Stange zu lösen, die Gabeln g und mit ihnen die Drehpunkte der Hebel f gehen nach oben und gestatten den Fanghebeln, sich schräg zu stellen.

Schutz gegen Hängeseil und gegen Ueberfahren der Endstellungen bietet eine aus Fig. 124 u. 125, S. 85 ersichtliche Einrichtung. Zwei an doppelarmigen Hebeln befestigte Rollen legen sich infolge Federzuges kurz unterhalb der oberen Leitrollen gegen die Tragseile des Fahrstuhles. Wird ein Seil schlaff, so zieht die Feder den betreffenden Hebel an, welcher dabei eine in Fig. 124 rechts gezeichnete Stange mitnimmt. Diese bethätigt einen Momentausschalter, der die Winde sofort stillsetzt. Ebenso wird der Strom unterbrochen, wenn der Fahrstuhl seine höchste oder tiefste Stellung überschreitet, indem im ersten Falle der Fahrkorb selbst, im zweiten Falle das Gegengewicht gegen die Stange stösst und sie verschiebt.

Der von der *E.-A.-G. Helios* gelieferte Windenmotor, der 2 PS bei 970 Umdrehungen leistet, arbeitet mit Schneckengetriebe unmittelbar auf die Trommel. Diese hat 500 mm, das Schneckenrad 530 mm Durchmesser bei 17 mm Teilung. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 0,25 m/Sek. Auf die Kupplung zwischen Motor und Schnecke wirkt eine elektromagnetisch bethätigte Bremse mit ledergefütterten Backen.

Während Ueberschreiten der normalen Geschwindigkeit von den meisten Firmen durch einen Regulator verhindert wird, der die Fangvorrichtung einrückt, bringt *L. Hopmann* auf der Trommelwelle eine sehr kräftig wirkende Zentrifugalbremse nach Fig. 133 u. 134, S. 87 an. Eine auf der Welle festgekeilte Trommel ist innen verzahnt, und versetzt mittels der an einer feststehenden Scheibe gelagerten kleinen Räder eine auf ihrer Nabe drehbare Scheibe in Bewegung, entgegengesetzt ihrer eigenen Drehrichtung. Die Umdrehungszahl der Scheibe ist im Verhältnis der Teilkreisdurchmesser grösser als die der Trommel. Einer der beiden an der Scheibe gelagerten Gewichtsarme drückt, sobald die Welle sich dreht, mit einem kurzen Ansatz gegen einen Bremsring, dessen anderes Ende durch einen Zapfen an der Scheibe befestigt ist. Wird die Umdrehungszahl zu gross, so überwindet die Zentrifugalwirkung die Federkraft des Ringes und presst ihn gegen den Trommelumfang, sodass er bremsend auf die Welle wirkt.

Die vergrösserte Umdrehungszahl hat einmal Verstärkung der Schleuderkraft der Schwunggewichte, andererseits Vergrösserung des Hebelarms der Bremskraft zur Folge, sodass die Wirkung mit der dritten Potenz des Uebersetzungsverhältnisses wächst.

Der Aufzug besitzt Druckknopfsteuerung, die gegenüber anderen Steuerungen den Vorzug grösster Einfachheit der Bedienung bietet. Alle Bewegungen werden durch kurzen Druck auf einen Knopf eingeleitet, während im übrigen Anlassen und Abstellen des Hubmotors selbstthätig durch einen kleinen Hilfsmotor geschieht, also in keiner Weise von aussen beeinflusst wird. Daher macht es keine Schwierigkeiten, die Möglichkeit verkehrter Bedienung auszuschliessen, sowie allen Anforderungen an Betriebssicherheit zu genügen. Gegenüber mechanischer Steuerung mit Seilzug ist als besonders vorteilhaft hervorzuheben, dass Stockwerkseinstellung und selbstthätige Ausrückung an den Hubgrenzen mit Hilfe von Stromunterbrechung leicht durchgeführt werden kann, auch für schnellfahrende Aufzüge.

Für die Bedienung des Aufzuges sind soviel Druckknöpfe nötig, als Haltestellen vorhanden sind, ausserdem noch ein Knopf für Stillstand, der den Fahrstuhl an jeder beliebigen Stelle anzuhalten gestattet. Die Knöpfe sind mit den Nummern der Stockwerke bezeichnet, und man dirigiert durch Druck auf einen Knopf den Fahrstuhl nach der betreffenden Etage hin, einerlei, wo derselbe sich vorher befand. Während der Fahrt bleibt das Niederdrücken eines Knopfes vollkommen wirkungslos, doch ist man jederzeit imstande, mittels des Stillstandknopfes den Fahrstuhl anzuhalten.

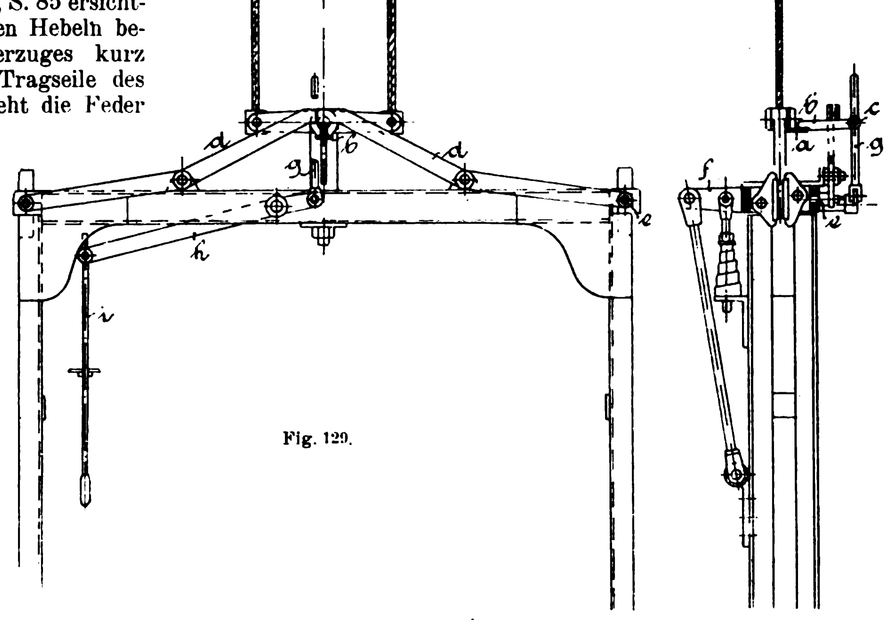


Fig. 129.

Fig. 130.

Bei Lastenaufzügen, die von aussen gesteuert werden müssen, ist an jeder Haltestelle ein Schild mit sämtlichen

Knöpfen anzubringen. Für Personenaufzüge dagegen, die vorschriftsgemäss nicht ohne Wärter fahren dürfen, genügt es, wenn ein solches Schild im Fahrstuhl und ausserdem an jeder Haltestelle ein Knopf vorhanden ist, der den Fahrkorb nach der betreffenden Etage zu rufen gestattet. Natürlich kann man auch beides vereinigen, indem man überall vollständige Etagenschilder anbringt. Diese Anordnung zeigt das in Fig. 135, S. 88 gezeichnete Schaltungsschema, an Hand dessen die Steuerung näher erläutert werden soll.

Da Drehstrom benutzt wird, sind 3 Leitungen vorhanden, die mit *I*, *II* und *III* bezeichnet sind. Leitung *I* ist direkt mit den Motoren verbunden, während *II* und *III* zunächst unterbrochen sind und den Strom für die Bethätigung der Hilfsapparate hergeben. Leitung *II* mag der Einfachheit wegen als positiv angesehen werden, *III* als negativ.

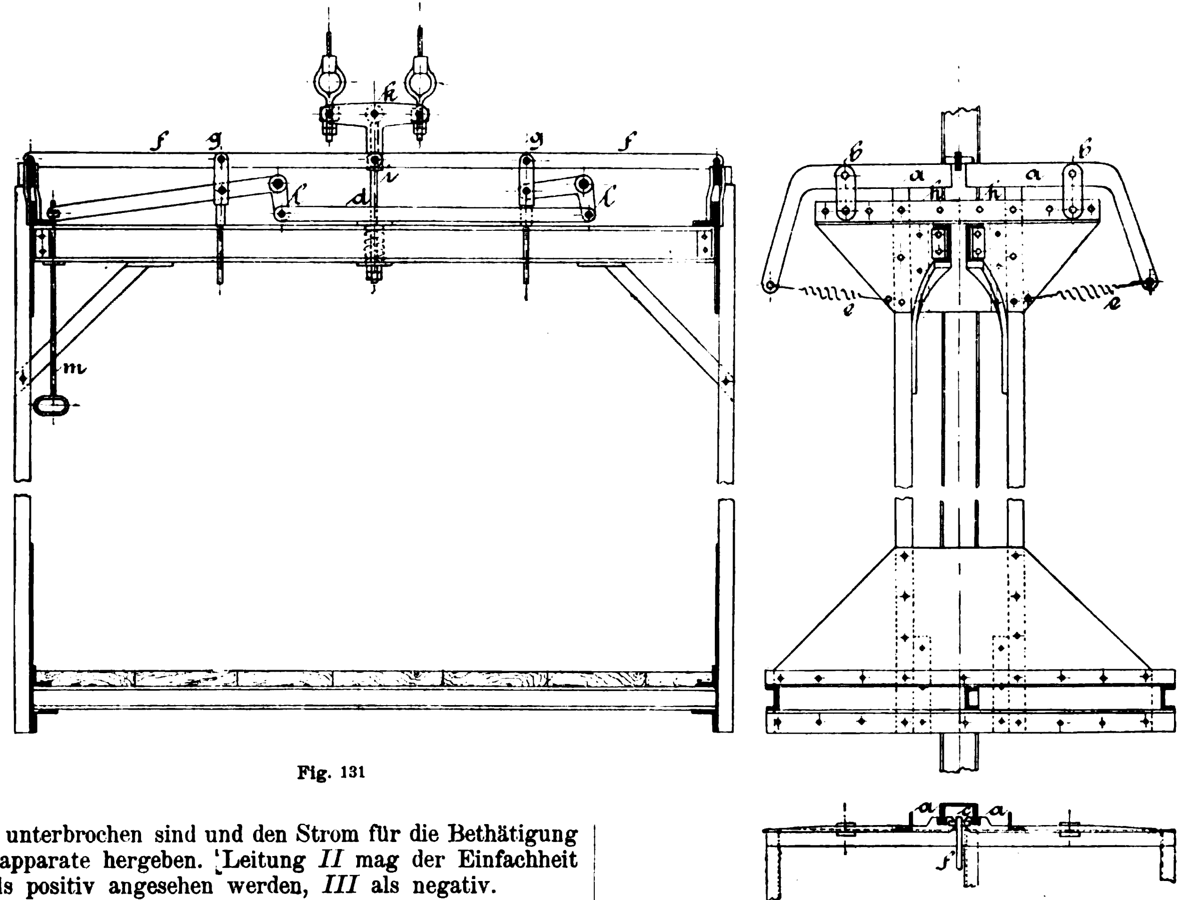


Fig. 131

Fig. 132.

Augenblicklich steht der Fahrstuhl in der untersten Etage. Wird nun beispielsweise in der zweiten Etage auf Knopf *III* gedrückt, so läuft der Strom von *II* zur Schleifleitung *A*, durch den Stillstandsknopf im Fahrstuhl nach *B*, von da über den niedergedrückten Knopf und den Anschlusspunkt P_3 zur linken und durch die Kontaktrollen des Fahrstuhls zur rechten Schleifleitung *3*, die mit dem doppelten

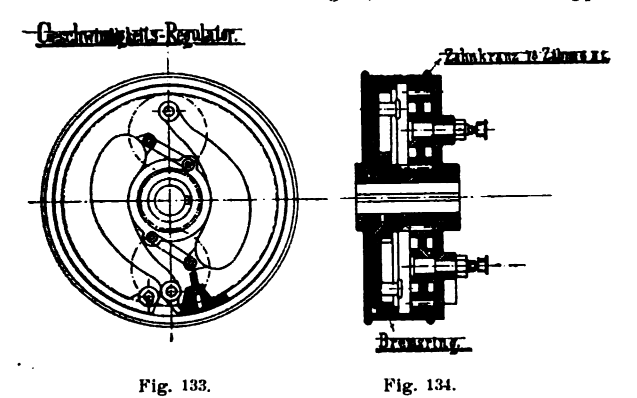


Fig. 133. Fig. 134.

Kontakthebel K_3 in Verbindung steht. Dieser ist gemeinsam mit den Hebeln K_1, K_2, G und H auf der Welle W befestigt. Im stromlosen Zustand hat die Welle die gezeichnete Lage, in der die Kontakthebel die Verbindung nach links herstellen. Wird dagegen eine der Spulen, z. B. S_3, unter Strom gesetzt, so zieht diese ihren Anker, also die Stange J_3, an, dreht damit die Welle W, schaltet sämtliche Hebel nach rechts um, und schliesst zugleich die Kontakte f_3, g_3, h_3, während J_1 und J_2 in ihrer ursprünglichen Lage und die Kontakte f_1, g_1, h_1, f_2, g_2, h_2 geöffnet bleiben. Ebenso kann die Stillstandsspule die Welle W drehen, die erst zurückfällt, wenn keine Spule mehr unter Strom ist. Dann wird auch die Stange J_3 wieder in die gezeichnete Stellung herumgelegt.

Der Strom tritt also jetzt von der Schleifleitung *3* aus über K_3 in die Spule S_3 und geht von da zur Leitung *III*. S_3 tritt in Wirksamkeit, dreht die Stange J_3 und öffnet damit die Kontakte *m*, so dass der soeben verfolgte Stromkreis und mit ihm sämtliche Knopfleitungen unterbrochen werden, ein Druck auf einen Etagenknopf somit jetzt keine Wirkung mehr haben kann. Dagegen sind die Kontakte *n* und f_3, g_3, h_3 geschlossen. Der Strom geht nunmehr von *II* über *A*, *B* und Anschlusspunkt *Q* nach n_3 und K_3, von hier durch die beiden Schleifleitungen *3* und P_3 zum Kontakt h_3, wo er sich teilt. Ein Teil geht durch f_3 und die Stillstandspule zur negativen Leitung. An Stelle von S_3, die stromlos geworden ist, tritt also jetzt die Stillstandspule in Thätigkeit und hält die Welle W in ihrer Lage fest. Der andere Teil des Stromes geht über den im normalen Zustande geschlossenen Ausschalter *M* zum Hilfsmotor, der zugleich mit Leitung *III* durch g_3 und mit Leitung *I* direkt verbunden ist. Der Hilfsmotor setzt sich also in Bewegung, dreht den vorher geöffneten Hauptumschalter — nehmen wir an, nach links — und legt dadurch den Hubmotor und den Bremsmagneten an das Netz. Zugleich löst er die Sperrung eines Gewichtes, das, durch einen Oelkatarakt reguliert, langsam herabsinkt und die Anlasswiderstände kurz schliesst. Endlich schaltet der Hilfsmotor sich selbst aus, indem er den Ausschalter *M* öffnet. Alle diese Vorgänge werden durch einen Zapfen vermittelt, der auf einer vom Hilfsmotor mittels zweier Vorgelege gedrehten Scheibe sitzt (vergl. 127 und 128, S. 86).

Während nun der Fahrstuhl sich aufwärts bewegt, ist noch der Stromkreis der Stillstandspule geschlossen, der durch die Schleifleitungen *3* geht. Kommt jetzt der Fahrstuhl in der 3. Etage an, so tritt die eine Kontaktrolle auf die durch doppelte Linien bezeichnete Unterbrechungsstelle der Schleifleitung, unterbricht also den Stromkreis der Still-

standspule, die ihren Anker fallen und die Welle W in die ursprüngliche Stellung zurückgehen lässt. Dadurch werden die bisher unterbrochenen Kontakte G und H geschlossen

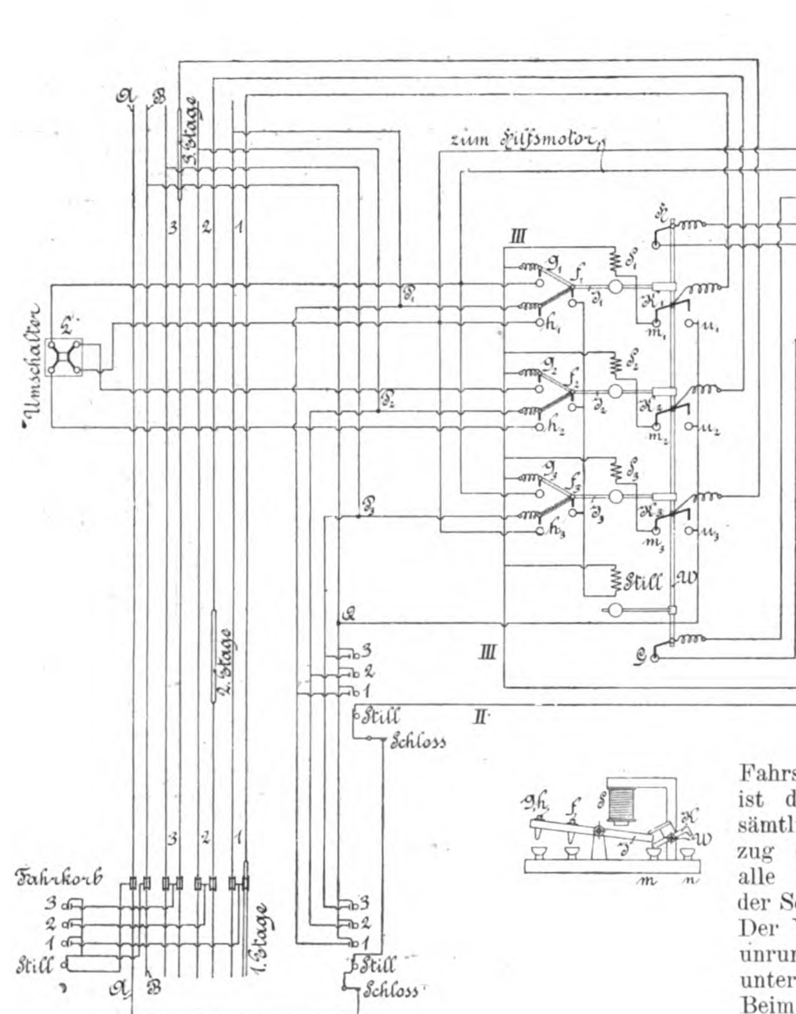


Fig. 135.
Schaltungsschema der Druckknopfsteuerung.

und der Hilfsmotor erhält nun auf dem Wege über den Hauptumschalter und G und H Strom, der von der Leitung des Hubmotors abzweigt. Indessen sind jetzt zwei Pole vertauscht, der Hilfsmotor dreht sich also im umgekehrten Sinne, wodurch der Hauptumschalter in die Mittelstellung zurückgeführt und beide Motoren stillgesetzt werden. Zugleich wird der Ausschalter M wieder geschlossen. Damit ist der ursprüngliche Zustand hergestellt, und der Druck, z. B. auf Knopf *1*, führt in derselben Weise Bewegung des Fahrstuhls herbei, jedoch in umgekehrtem Sinne, da die Pole des Hilfsmotors gewechselt sind, dieser also den Hauptumschalter jetzt nach rechts dreht und damit auch zwei Pole des Hubmotors vertauscht. Ein Druck auf Knopf *3* dagegen bleibt wirkungslos, da die zugehörige Schleifleitung unterbrochen ist.

Durch Druck auf den Knopf einer Zwischenetage muss der Fahrkorb je nach seiner augenblicklichen Stellung entweder aufwärts oder abwärts bewegt werden. Daher sind Umschalter anzubringen, die der Fahrstuhl im Vorbeigehen wendet. Da hier nur eine Zwischenetage vorhanden ist, so genügt ein Umschalter N zwischen den Haltestellen *2* und *3*. Derselbe ist zwischen die Kontakte g_2, h_2 und die Leitungen zum Hilfsmotor geschaltet, und vertauscht dessen Pole, wie leicht nach dem Schema verfolgt werden kann.

Statt durch die Unterbrechung in der Schleifleitung kann der Stromkreis der Stillstandsspule auch durch Druck auf einen der mit „Still“ bezeichneten Knöpfe willkürlich geöffnet und so der Fahrstuhl angehalten werden.

Um Unglücksfälle durch unvorsichtiges Oeffnen der Fahrschacht- und Fahrstuhlthüren zu verhüten, ist die Leitung der Stillstandsspule auch durch sämtliche Thürschlösser geführt, so dass der Aufzug erst in Gang gesetzt werden kann, wenn alle Thüren geschlossen sind. Die Konstruktion der Schlösser für die Schachtthüren zeigt Fig. 136. Der Verschlussriegel wird durch Drehung einer unrunden Scheibe vorgeschoben und von einem unter Federzug stehenden Sperrhebel festgehalten. Beim Vorgehen schiebt der Riegel gleichzeitig einen Schalthebel zurück, der die Leitung schliesst. Das Schloss kann erst geöffnet werden, wenn eine

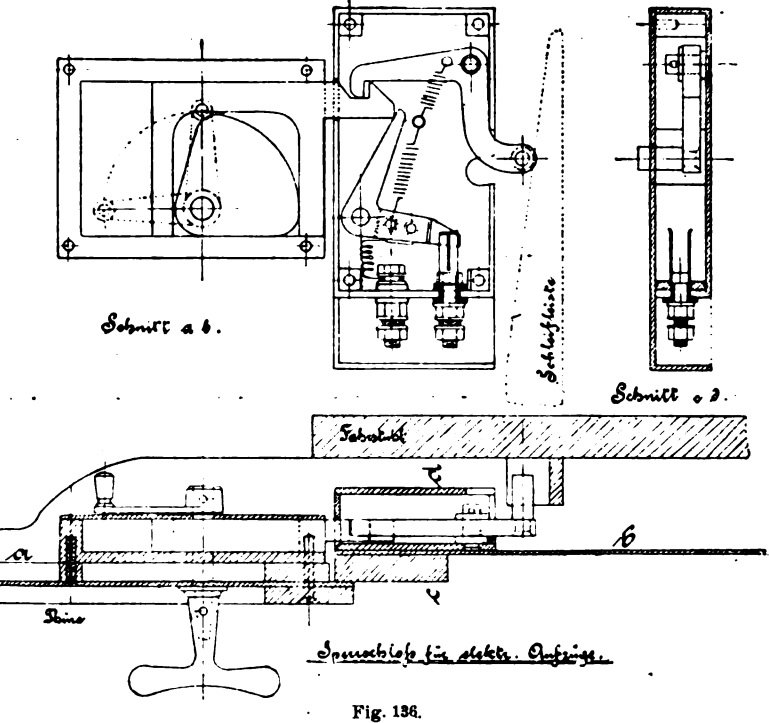


Fig. 136.

am Fahrstuhl befestigte schräge Leiste den Sperrhebel dreht und den Riegel auslöst. Mit dem Zurückziehen des Riegels wird

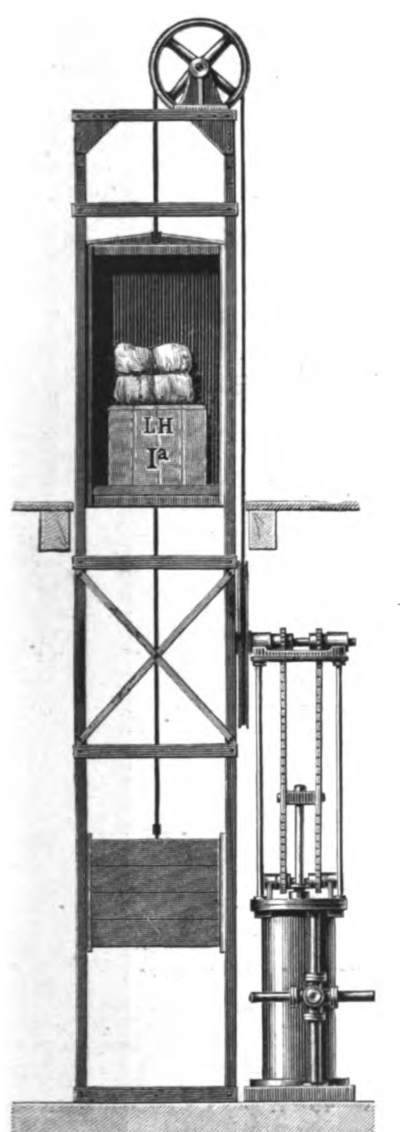
auch der Schalter durch die Feder herausgezogen und die Leitung unterbrochen.

Durch die beschriebene Einrichtung ist eine Steuerung geschaffen worden, die mit verhältnismässig einfachen Mitteln, insbesondere wenig dem Verschleiss unterworfenen Teilen, grösste Einfachheit der Bedienung ermöglicht, sowie Schutz gegen alle denkbaren Ungeschicklichkeiten bietet.

Lastenaufzüge von L. Hopmann, Köln-Ehrenfeld.

Fig. 137 giebt die Abbildung einer hydraulischen Aufzugsmaschine, wie sie in Düsseldorf ausgestellt war. Statt durch einen umgekehrten Flaschenzug, wie sonst vielfach üblich, wird die Uebersetzung in der Weise hervorgebracht, dass der Kolben mittels einer Triebstockzahnstange ein Ritzel dreht, auf dessen Welle die entsprechend grössere Seiltrommel befestigt ist.

Ein Gegengewicht gleicht den Fahrkorb und die halbe Nutzlast aus, so dass auch beim Niedergang Kraftäusserung erforderlich ist und der Zylinder doppeltwirkend sein muss.



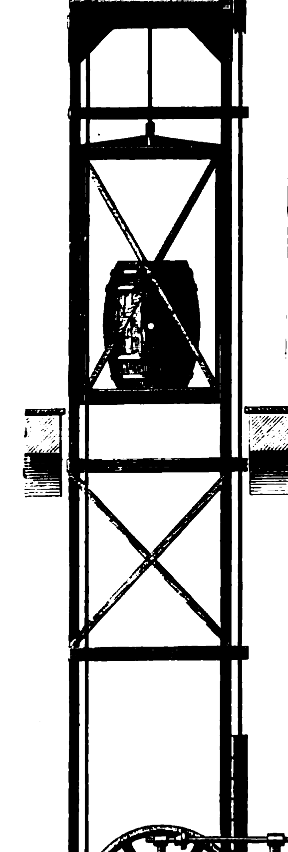


Fig. 138. Fig. 139.

Anordnung hydraulischer Aufzüge.

Für den Fall, dass der Fahrstuhl voll beladen nach unten oder leer nach oben gehen soll, ist dagegen kein Antrieb nötig. Daher ist ein Hahn vorgesehen, der in diesen Fällen die beiden Zylinderseiten mit einander zu verbinden und die Bewegung zu regeln gestattet, ohne dass Druckwasser verbraucht wird.

Mit der Schieberstange des Steuerapparates durch einen Hebel verbunden, ist an der Aufzugsmaschine eine Steuerstange angebracht, an deren oben und unten aufgeklemmte Muffen ein Greifarm der Kolbenstange kurz vor den Endstellungen anstösst. Dadurch wird der Schieber in die Mittellage gebracht und der Aufzug stillgesetzt. Für die Zwischenlagen sind Knaggen vorhanden, die durch Drehung der Steuerstange auf den Greifarm eingestellt werden können und den Fahrkorb an der gewünschten Stelle anhalten.

Fig. 137. Hydraulische Aufzugmaschine von Hopmann.

In Fig. 137 ist auf der Achse des Ritzels eine Scheibe aufgekeilt, um welche das auf der einen Seite vom Gegengewicht, auf der anderen vom Fahrstuhl belastete Seil geschlungen ist. In der Ausstellung war die Anordnung so getroffen, dass die Drehung des Ritzels durch eine Transmission mit *Gall*scher Kette auf eine oberhalb des Aufzuggerüstes gelagerte Welle übertragen wurde. Von der darauf angebrachten Scheibe lassen sich dann unmittelbar die Seile senkrecht nach unten führen.

Andere Ausführungen zeigen die Fig. 138 und 139. Die Kolbenstange greift an einer *Gall*schen Kette an, welche die Welle der Seilscheibe dreht. Ob der Zylinder stehend oder liegend angeordnet wird, ist von den örtlichen Verhältnissen abhängig. *Hopmann* empfiehlt stehende Anordnung wegen des gleichmässigeren Kolbenverschleisses.

Als drittes Ausstellungsobjekt von *L. Hopmann* ist endlich noch ein kleiner Handaufzug für leichte Lasten zu erwähnen, an dem besonders die nach beiden Richtungen selbstthätig sperrende Winde Beachtung verdient. Ihre Konstruktion ist schon in *Ernst, Hebezeuge*, 3. Aufl., S. 256, eingehend beschrieben. Die neue Ausführung unterscheidet sich von jener nur dadurch, dass die ganze Winde in einem Gussgehäuse eingekapselt ist, das gegen Störungen von aussen schützt, genaue Lagerung der Wellen erleichtert und das Geräusch der Sperrklinken dämpft.

(Fortsetzung folgt.)

Wert und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase.

Von **A. Dosch**, Köln.

(Fortsetzung von S. 59 d. Bd.)

5. Der Rauchgas-Analysator nach Krell-Schultze.[1])

Um den vorbeschriebenen Apparat, welcher nur nach jedesmaligem Ansaugen der Verbrennungsprodukte ein Ablesen des Kohlensäuregehaltes gestattet, auch für stetige Anzeige geeignet zu machen, musste seine Konstruktion entsprechend abgeändert werden.

Der geänderte Apparat besteht in der Hauptsache ebenfalls aus Manometer B und dem Rohrsystem A (Fig. 28), nur dass bei ihm statt der einen Standröhre deren zwei zur Anwendung gelangt sind und zwar wird durch eine dieser Röhren gewöhnliche Luft, durch die andere Rauchgas angesaugt und der Gewichtsunterschied dieser beiden Gasarten wird auf das Manometer übertragen und von demselben angezeigt.

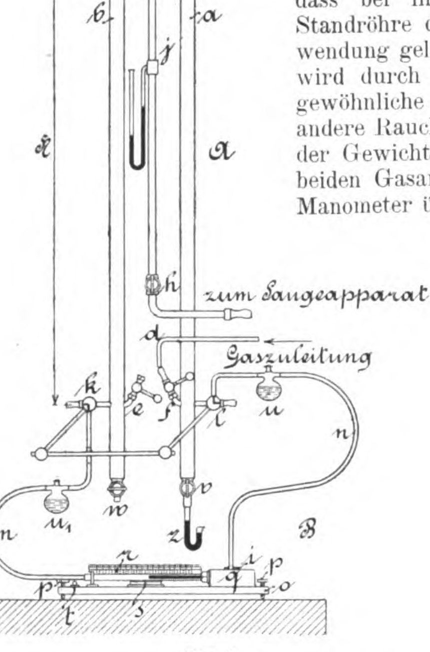


Fig. 28.
Schema des Rauchgasanalysators nach Krell-Schultze.

Die beiden, in einem Blechmantel liegenden Standröhren a und b von etwa 30 mm l. W. und 1,75 m Höhe, vereinigen sich an ihrem oberen Ende bei x, woselbst ein halbzölliges Gasrohr g ansetzt, welches zunächst senkrecht nach unten und dann weiter zum Saugeapparate führt (vergleiche auch Fig. 29). Rohr g trägt ein kleines Reguliermanometer j und den Absperrhahn h; ersterer dient zur Einregulierung des Saugeapparates, letzterer zum Absperren der Saugeleitung. Die Röhren a und b sind an ihrem unteren Teile mit den Hähnen f, l und v, beziehungweise e, k und w versehen. Die Hähne f und v, bezw. e und w sind nach hinten gerichtet, während die Dreiweghähne l und k seitwärts in a und b einmünden und zwecks gleichzeitigen Einstellens durch eine Hahnstange gekuppelt sind.

Setzt man den Saugeapparat (Fig. 31, S. 91) in Thätigkeit, so treten durch die von den Kesselzügen kommende Leitung d und den Hahn f die Rauchgase in das Standrohr a ein, während durch Hahn e Luft einzieht. Beide Gasarten gehen nach oben und bei x durch g ab. Auf diese Weise entstehen zwei Gassäulen von gleichem Durchmesser und gleicher Höhe H, deren Gewichtsunterschied um so grösser wird, je mehr Kohlensäure die Rauchgase enthalten. Da das Gewicht der Luftsäule in b stets gleichbleibt, dasjenige der Gassäule in a aber hauptsächlich von dem Kohlensäuregehalte abhängt, so kann der vorhandene Gewichtsunterschied unmittelbar zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes benutzt werden.

Zu diesem Zwecke sind die beiden Gassäulen bei l und k durch feste Leitungen n und m mit dem Differenzialmanometer B verbunden. Dasselbe besteht aus der gusseisernen Grundplatte o mit der angegossenen Dose q (siehe auch Fig. 30), in deren Wandung fest gelagert und in bestimmtem Neigungswinkel gebracht, das starkwandige Glasrohr r (Fig. 28) liegt, welches an seinem Ende nochmals gestützt und in seiner Lage unverrückbar gehalten wird. Mit Hilfe der Stellschrauben p, sowie der beiden Wasserwagen s und t wird das Manometer und mit ihm das Messrohr in genau wagerechte Lage gebracht, in welcher es verbleibt. In die Dose giesst man bei i die aus reinem Alkohol bestehende, intensiv gefärbte Messflüssigkeit, bis dieselbe den Nullpunkt der neben dem Messrohr liegenden Skala berührt.

Sind nun die beiden Gassäulen a und b in Verbindung mit der Dose und dem Messrohr gebracht, so wird das Manometer durch Ansteigen der Flüssigkeit im Messrohr den Gewichtsunterschied der beiden Gassäulen und mithin, da die Skala dementsprechend angefertigt ist, den Kohlensäuregehalt der Heizgase unmittelbar anzeigen. Da die Rauchgase ununterbrochen durch den Apparat gesogen werden, so macht sich der stets wechselnde Kohlensäuregehalt an dem sich entsprechend ändernden Stand der Flüssigkeit bemerkbar, so dass der jeweilige CO_2-Gehalt in jedem Augenblick ermittelt werden kann.

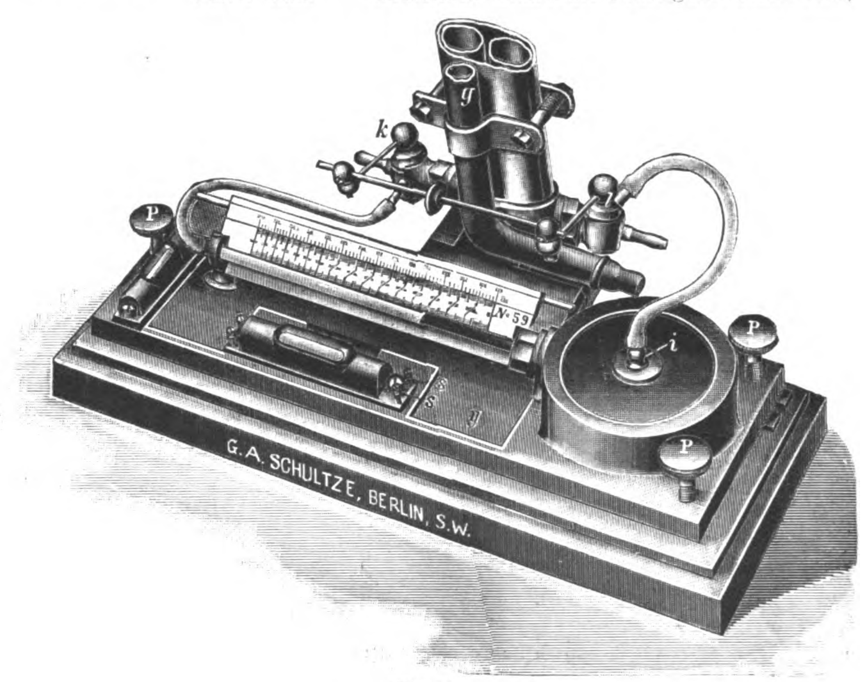


Fig. 30.
Mikromanometer der Rauchgaswage nach Krell.

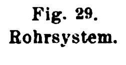


Fig. 29.
Rohrsystem.

[1]) *G. A. Schultze*, Berlin SW.

Die an dem Messrohr anliegende Holzskala hat eine ungleiche, durch die Abweichungen des Messrohres von der genau geraden Form bedingte Teilung, wobei jedes Teilstrichintervall $\frac{1}{400}$ mm Wassersäule entspricht. Diese ungleichen Teilungen am Messrohr werden durch eine Kompensationsskala auf eine gleichförmige, gleichwertige Teilung übertragen, an welcher der die Kohlensäureteilung tragende Schieber gleitet. Der letztere hat in dem Teilungszwischenraum zwischen 0% und 1% bei 0,6% einen durchgehenden Teilstrich, den korrigierten Nullpunkt, welcher anstatt des bezeichneten Nullpunktes der Schieberskala bei den Messungen auf den Nullpunkt des Mikromanometers, bezw. auf den Meniscus der Sperrflüssigkeit eingestellt werden muss. Es soll durch diese Korrektion dem Einfluss des grösseren Feuchtigkeitsgehaltes der Verbrennungsprodukte gegenüber der atmosphärischen Luft Rechnung getragen werden, da hier das Wasser durch besondere Apparate nicht ausgeschieden wird. Jedoch ist am unteren Ende des Standrohres *a* (Fig. 28) ein Wasserverschluss *z* vorgesehen, welcher den Zweck hat, das sich während des Durchganges der Rauchgase durch den Apparat ausscheidende Wasser abzuleiten.

Die Verbindungsleitungen *m* und *n* haben in *u* und u_1 eingeschaltete kleine Gefässe, welche reinen Alkohol enthalten und durch Gummistopfen verschlossen sind. Der Alkohol verhindert durch eigenes Verdunsten dasjenige der Sperrflüssigkeit.

Der Gasanalysator soll mit seiner Grundpatte auf einer festen Unterlage in einer Höhe von etwa 0,8 m über dem Boden aufgestellt werden, wobei zugleich darauf zu achten ist, dass der Apparat von strahlender Wärme u. s. w. nicht beeinflusst wird. Die Entfernung von der Gasentnahmestelle soll zwar nicht unnötig gross genommen werden, doch ist es, wenn anderen Bedingungen nicht entsprochen werden kann, vorzuziehen, die Gaszuleitung zu verlängern; 10 m und etwas mehr ist noch zulässig.

Fig. 31.
Sauge-Vorrichtung für den Fall, dass die Absaugung mit Druckwasser erfolgt.

Der Strahlapparat (Saugevorrichtung, Fig. 31), soll möglichst dicht am Gasanalysator aufgestellt werden, damit eine Einregulierung der zuströmenden Gasmenge erfolgen kann, ohne dass der Beobachter genötigt ist, seine Stellung vor dem Apparate zu verändern. Bisher sind zum Ansaugen der Rauchgase unmittelbar durch den Schornsteinzug bethätigte Apparate verwendet worden. Da dieselben jedoch zu sehr den Witterungseinflüssen unterworfen sind, so kommen für vorliegenden Fall Strahlapparate zur Anwendung, welche durch Wasser betrieben werden; nötigenfalls kann das Ansaugen auch mit Dampf bewerkstelligt werden und werden für diesen Fall besondere Apparate geliefert.

Für gewöhnlich wird für den Betrieb des Saugers ein Wasserdruck von nicht unter 2 Atm. in Aussicht genommen und soll der zur Verfügung stehende Druck ein möglichst gleichmässiger sein, so dass es am besten ist, die Wasserzuleitung an ein Hochwasserreservoir, von anderen Leitungen unabhängig, anzuschliessen. Das Wasserablaufrohr wird nach einem Wasserablaufkanal oder der Kondenswasser-Cysterne geführt, in welch letzterem Falle ein Wasserverlust vermieden wird.

Bevor der Apparat in Benutzung genommen wird, muss die Rohrleitung auf Dichtheit geprüft werden, was in der Weise geschieht, dass man alle Hähne bis auf *l* (Fig. 28) schliesst, auch die Verbindung zwischen Gasentnahmerohr und Wattefilter absperrt und dann mit dem Munde durch den Wasserverschluss *z* eine Wassersäule von 100—150 mm

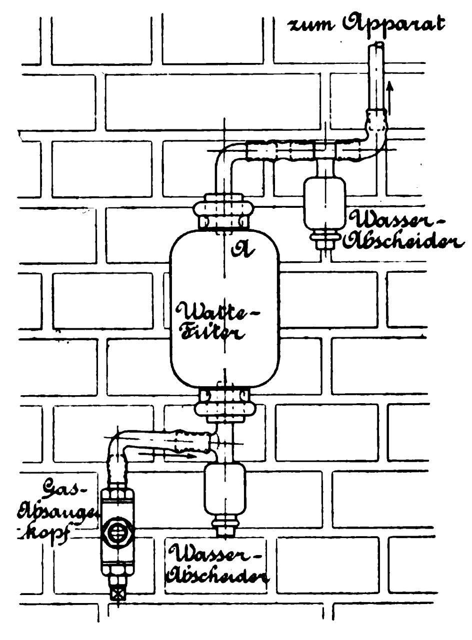


Fig. 32.
Gasentnahmevorrichtung und Gasfilter.

im Manometer *j* ansaugt. Ist die Leitung dicht, so muss *j* auf diesen Stand verbleiben.

Bei Inbetriebsetzung des Apparates wird zunächst das den Wasserzuschuss regelnde Ventil (oder Hahn) behutsam

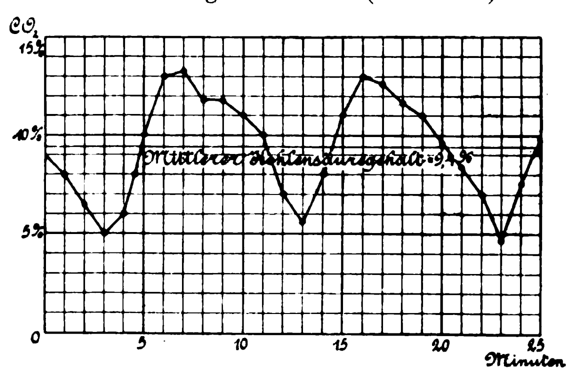


Fig. 33.
Diagramm V. Ergebnis ohne Verwendung des Gasanalysators.

geöffnet, bis das Manometer *j* einen Unterdruck von 150 mm oder mehr zeigt. Sodann wird das Ventil *h* am Gasanalysator nach und nach so weit beigedreht, bis das Manometer nur

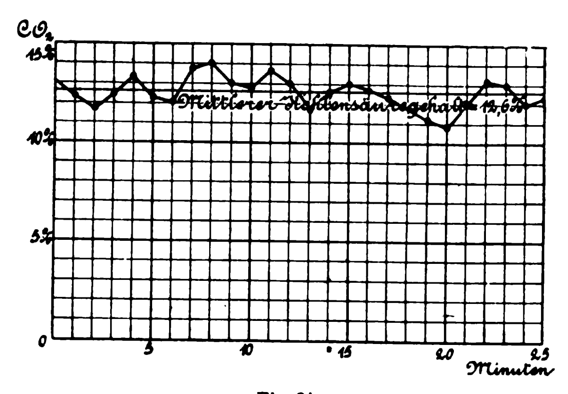


Fig. 34.
Diagramm VI. Ergebnis mit Verwendung des Gasanalysators.

noch 100 mm zeigt. Alsdann wird der Hahn *f* für die Gaszuleitung vollständig geöffnet und Hahn *e* für den Luftzufluss vollständig geschlossen, welcher nebst dem Hahn *h*

bisher offen war, während alle anderen Hähne geschlossen waren. Das Manometer j wird, nachdem e geschlossen ist, eine geringere Unterpressung als 100 mm zeigen, und zwar um so weniger, je weniger Widerstände in dem Gaszuleitungsrohr vorhanden sind.

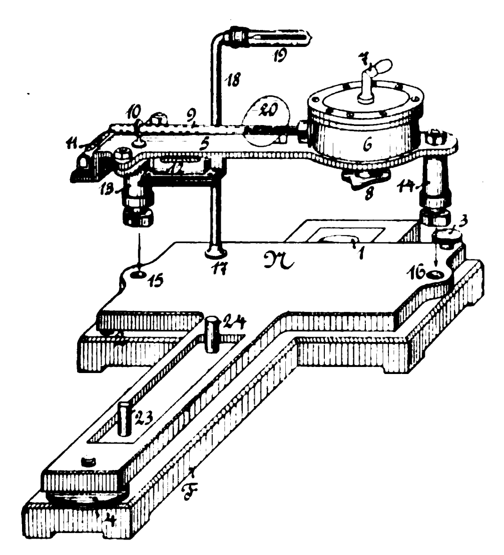


Fig. 35.
Ansicht der Fundament- und Niveauplatte mit Mikromanometer.

Wenn an der Gasentnahmestelle kein Unterdruck (Zug) vorhanden sein würde, so brauchte nur der Hahn f nach und nach so weit geschlossen zu werden, bis das Manometer j auf 100 mm zeigt. Wird jetzt der Lufthahn e ganz geöffnet, so fällt das Manometer auf 25—30 mm Zug herab und es gehen nun durch die beiden Standrohre a und b gleiche Mengen von Gasen.

Wenn aber an der Entnahmestelle der Verbrennungsprodukte, wie es gewöhnlich der Fall, ein Unterdruck (Zug) vorhanden ist, so muss die Einregulierung des Hahnes f in der oben beschriebenen Weise nicht auf 100 mm Unterdruek im Manometer j, sondern auf 100 mm, weniger dem Vierfachen des

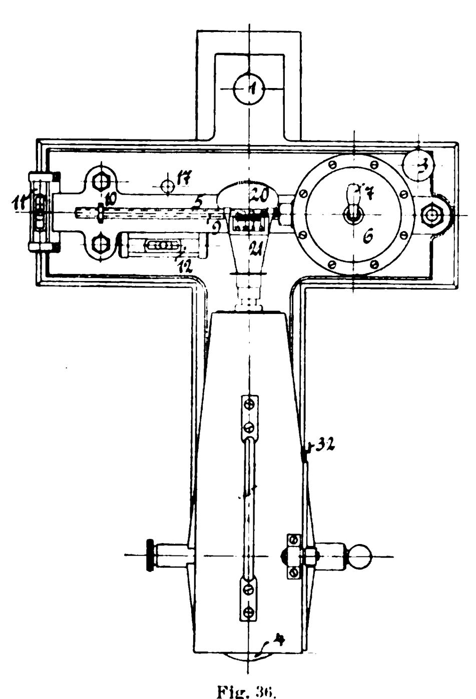


Fig. 36.
Aufsicht auf das Mikromanometer und die Registrier-Kamera.

an der Gasentnahmestelle herrschenden Unterdruckes geschehen, so dass, wenn dieser Unterdruck z. B. 7 mm beträgt, der Hahn f auf

$$100 - 4 \cdot 7 = 72 \text{ mm}$$

Unterdruck im Manometer einreguliert werden muss. Die Feststellung des an der Gasentnahmestelle herrschenden Unterdruckes kann in einfacher, leicht erkennbarer Weise durch das Manometer j selbst bestimmt werden.

Da in den Standröhren a und b ein Unterdruck von 20 mm und mehr herrscht, der ganze Ausschlag des Mikromanometers aber nur $^1/_2$ mm beträgt, so ist es notwendig, dass bei der Verbindung der Mikromanometerschenkel mit den Standröhren durch Umlegen der Hebelstange für die Hähne k und l nach rechts, diese beiden Hähne gleichzeitig öffnen. Es wird dies dadurch erreicht, dass die gegenseitige Lage der Hähne durch Verschiebung des Hebelendes auf der Verbindungsstange, wofür kleine Stellschrauben vorgesehen sind, reguliert werden kann.

Es möge noch bemerkt sein, dass eine Trocknung der Verbrennungsprodukte durch Chlorkalcium bei diesem Apparate nicht erforderlich ist. Selbstverständlich müssen aber die Verbrennungsprodukte von Russ und Flugasche gereinigt werden, ehe sie in den Apparat gelangen; für diesen Zweck dient der Wattefilter (Fig. 32), bei welchem sowohl vor dem Eintritt der Gase als nach dem Verlassen desselben je ein Wasserabscheider angeordnet wird.

In welcher Weise sich der Gehalt der Rauchgase bei Verwendung des Rauchgas-Analysators gegenüber einem Betrieb ohne Benutzung desselben ändern kann, lassen die Diagramme V und VI (Fig. 33 u. 34) erkennen, von welchen das erstere ohne Verwendung des Apparates, das letztere unter Benutzung desselben erhalten wurde. Aus den Diagrammen bestimmte ich den mittleren Kohlensäuregehalt zu 9,4% ohne Benutzung, und zu 12,6% mit Benutzung des Apparates. Nimmt man die mittlere Abgastemperatur wiederum zu 250° an, so ergiebt sich der Verlust durch die Abgase im ersten Falle (für Diagramm V)

$$q_c = 0{,}66 \cdot \frac{250}{9{,}4} = 17{,}5\ \% \text{ des Heizwertes}$$

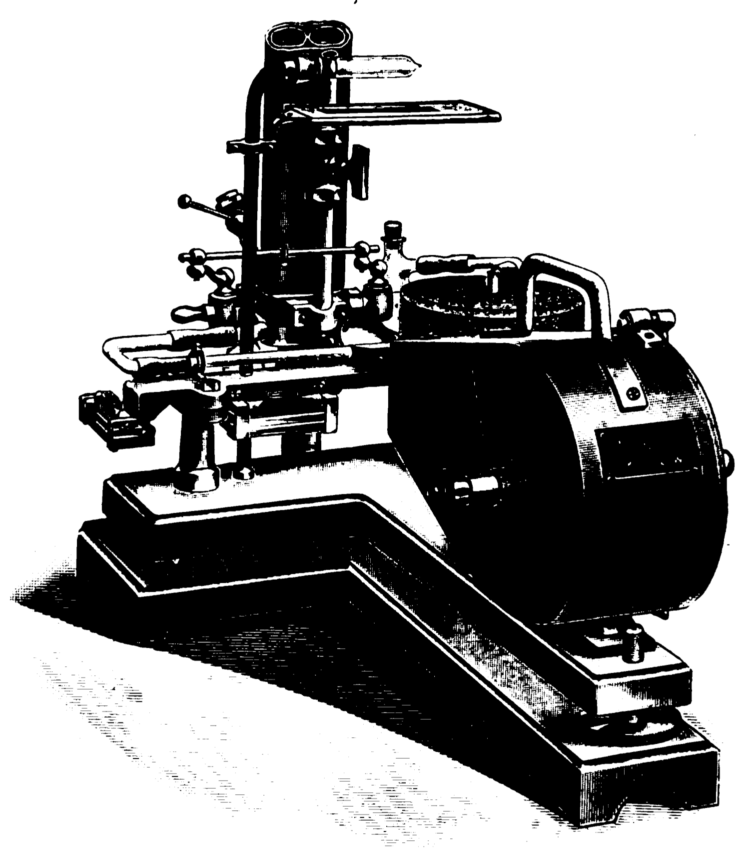


Fig. 37.
Ansicht der Registriervorrichtung.

und im zweiten Falle (für Diagramm VI)

$$q_c = 0{,}66 \cdot \frac{250}{12{,}6} = 13{,}09\ \% \text{ des Heizwertes.}$$

Der vorbeschriebene Apparat zeigt den Kohlensäuregehalt wohl kontinuierlich an, giebt jedoch in der besprochenen



Konstruktion kein zusammenhängendes Bild von der Höhe des Kohlensäuregehaltes zu bestimmten Zeiten, es sei denn, dass der Stand des Mikromanometers fortlaufend niedergeschrieben werde.

Um bei dem Gasanalysator eine selbstthätige Aufzeichnung zu erreichen, wird derselbe in Verbindung mit einer elektrischen Glühlampe gebracht, die den jeweiligen Stand der Sperrflüssigkeit im Mikromanometer in bestimmten Zeitabschnitten auf lichtempfindlichem Papier, welches in einer Dunkelkammer, der sogen. Registrierkamera, der Zeit entsprechend fortbewegt wird, markiert.

Bei dieser Anordnung ist der gesamte Apparat auf der Fundamentplatte *F* (Fig. 35), einer starken kreuzförmigen Eisenplatte untergebracht; das Rohrsystem ist gegenüber dem gewöhnlichen Apparate nicht verschieden. Zur Aufnahme des Gewindezapfens des Rohrsystems ist die Platte *F* mit dem Loch *1* versehen und wird das Rohr mittels Mutter von unten festgeschraubt. Auf der Fläche der Fundamentplatte befinden sich drei Versenkungen, in welche der Stift *2* und die beiden Stellschrauben *3* und *4* der sogen. Niveauplatte *N* passen. Die beiden Löcher *15* und *16* in letzterer dienen zur Aufnahme der beiden Ständer *13* und *14*, welche das Mikromanometer tragen. Die Stellschrauben *3* und *4* dienen zur genau wagerechten Einstellung des gesamten Apparates und insbesondere des Mikromanometers.

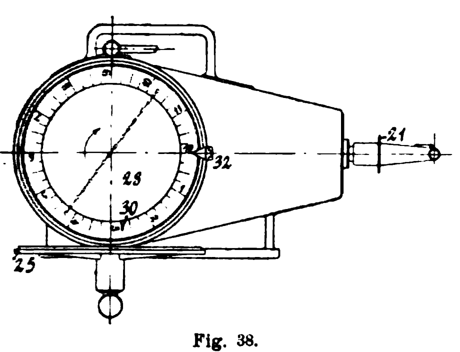


Fig. 38.
Kamera.

Das Mikromanometer selbst ist ähnlich dem bereits beschriebenen und besteht aus der horizontalen, schmalen Platte *5* mit angegossener, oben durch aufgeschraubtem Deckel festverschlossener Dose *6* (s. Fig. 35 und 36, sowie Gesamtansicht des Apparates, Fig. 37), welche zum Schutze gegen schroffe Temperaturschwankungen mit Filz umkleidet ist. In dem Deckel befindet sich die winkelförmige Schlauchtülle *7*, unten im Boden die mit feinem Gewinde versehene starke Regulierschraube *8*. In die Dose ist linksseitig das starkwandige Glasmessrohr *9* fest eingedichtet und in dem kleinen Rohrträger *10* gelagert. Links am Ende und vorn ist die Platte *5* winkelförmig nach unten gekröpft zur Aufnahme der Querwasserwage *11* und der Längswasserwage *12*. Die Befestigungsschrauben der Wasserwagen sind zum Schutz gegen unbefugtes Verstellen mit starken Winkelbügeln versehen, deren Schrauben verplombt sind.

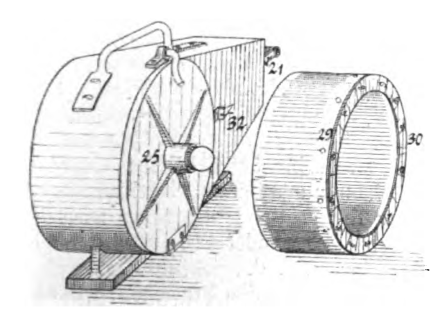


Fig. 39.
Kamera. Schlitzzylinder.

Das Glasmessrohr *9* hat eine aus schwarzen Strichen hergestellte Teilung, deren Nullpunkt rechts liegt und welche nach links bis 16 % Kohlensäure fortschreitet. Das Innere des Messrohres ist bis zum Nullpunkte mit reinem Alkohol gefüllt, welcher intensiv gefärbt und daher für weisses Licht undurchlässig ist.

Bei *17* steht der Lampenträger *18* mit an dem oberen Ende horizontal befestigter Glühlampe *19*. Unter derselben ist ein kleiner Asbestschirm (Fig. 37) mit Schlitz befestigt, durch welchen das Lampenlicht in den hinter dem Messrohr *9* im Winkel von 45° befestigten runden Spiegel *20* fällt. Dieser wirft das Licht horizontal durch das Messrohr und die Blende *21* in die Registrierkamera (Fig. 36 und 37).

Dieselbe besteht in der Hauptsache aus der Messingtrommel *28* (Fig. 38 und 39), welche durch ein Uhrwerk in 12 Stunden einmal herumgedreht wird. Ueber die Trommel passt lose der sogen. Schlitzzylinder *29* (Fig. 39), welcher an seinem Umfange 240 Schlitze von 0,5 mm Breite und 65 mm Länge besitzt; die Schlitze sind 2 mm von einander entfernt. Von 20 zu 20 Schlitzen fortschreitend stehen die durchbrochenen Zahlen 1—12, entsprechend einer zwölfstündigen Schicht. Seitlich

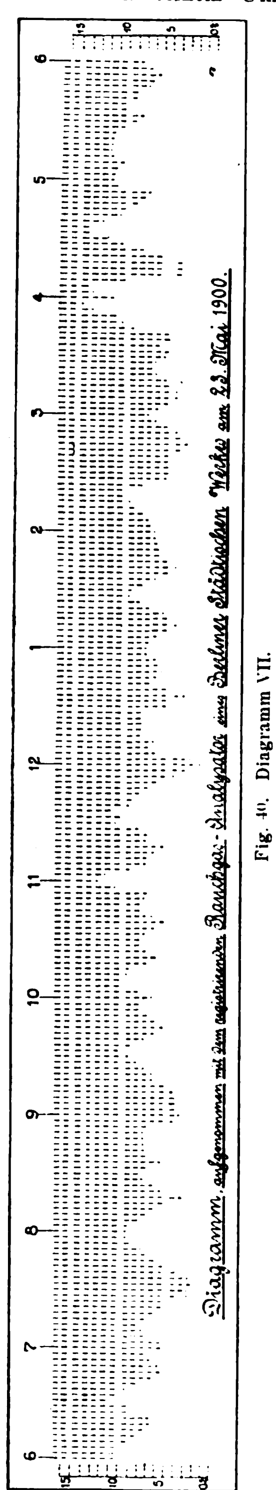


Fig. 40. Diagramm VII.

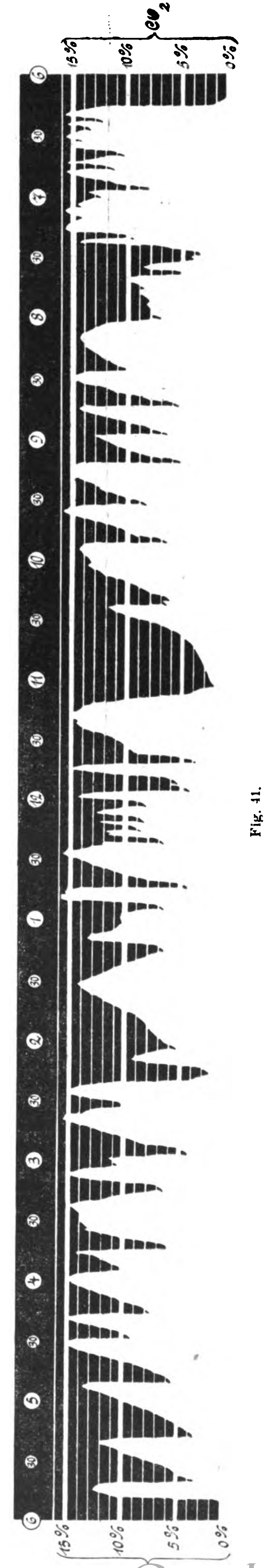


Fig. 41.
Diagramm VIII, aufgenommen mit der Registrierkamera von G. A. Schultze.
Magdeburg, den 6. Januar 1903. Tagesschicht."

am Schlitzzylinder und parallel mit dem Boden der Trommel *28* befindet sich der etwa 20 mm breite Zeitring *30* mit Einteilung von Viertelstunden. Neben der Klappenöffnung sitzt aussen an dem Gehäuse die im Scharnier bewegliche kleine Pfeilmarke *32*, mit deren Hilfe man den Schlitzzylinder resp. Trommel *28* auf eine bestimmte Anfangszeit einstellen kann. Das Aufziehen des Uhrwerks geschieht dadurch, dass man bei geöffneter Deckelklappe *25* (Fig. 39) gegen die Messingtrommel *28* drückt und letztere in der Richtung des auf derselben eingravierten Pfeiles dreht.

Die Befestigung der Kamera auf der Niveauplatte (Fig. 35) geschieht mittels der beiden Stifte *23* und *24*. Die kreisrunde Verschlussklappe *25* (Fig. 39), welche ein Einbringen des Schlitzzylinders ermöglicht, ist am Rande mit Falz versehen, so dass das Innere des Gehäuses vollkommen gegen Eindringen von Licht abgeschlossen ist.

Zwischen Messingtrommel und Schlitzzylinder wird bei Inbetriebsetzung des Apparates entsprechend zugeschnittenes, lichtempfindliches Papier gebracht, und auf demselben wird die jeweilige Stellung der Sperrflüssigkeit im Mikromanometer durch einen mittels des Winkelspiegels *20* in die Registrierkamera geworfenen Lichtstrahles aufgezeichnet. Man erhält daher nach Einbringen des lichtempfindlichen Papieres in eine entsprechende Fixierflüssigkeit ein Diagramm, wie es durch Diagramm VII (Fig. 40) dargestellt wird. Das Auswechseln der Papierstreifen in dem Schlitzzylinder kann nach jeder Arbeitsschicht geschehen.

Zur Vervollständigung der Einrichtung resp. zur Entwicklung der Diagramme würden dementsprechend noch einige kleinere Apparate, wie Dunkelkammer-Lampe mit rotem Zylinder, ein Kasten zur Aufbewahrung des lichtempfindlichen Papiers und einige weitere kleinere Gegenstände erforderlich sein.

Wenn das in Fig. 40 dargestellte Diagramm auch vollständig genügt, den Verlauf der Verbrennung zu beurteilen und den Durchschnittskohlensäuregehalt festzustellen, so ist es doch als eine wesentliche, weitere Vervollkommnung des Rauchgasanalysators anzuerkennen, dass die Firma *G. A. Schultze* die Registrierkamera in neuester Zeit so abänderte, dass letztere eine ununterbrochene Kurve über den Verlauf des CO_2-Gehaltes liefert. In Diagramm *VIII* (Fig. 41) ist eine solche Aufzeichnung dargestellt, wie sie an einem Kessel des *Magdeburger Vereins für Dampfkesselbetrieb* zu Magdeburg erhalten wurde.

Wie in Diagramm *VII* (Fig. 40) wird auch hier der Kohlensäuregehalt durch die weisse Fläche dargestellt. Besonders beachtenswert ist in Fig. 41, wie scharf die Aenderungen im Feuerraum im Diagramm zum Ausdruck kommen; insbesondere lässt sich jedes Oeffnen der Feuerthüre aus dem Diagramm durch Sinken des Kohlensäuregehaltes erkennen.

Betrachtungen über Elektromotoren für Traktionszwecke.

Von Dr. **Paul Berkitz**, Charlottenburg.

Eine der wichtigsten Fragen, der leider beim Bau von Elektromotoren für Traktionszwecke eine sekundäre Bedeutung geschenkt wird, ist die *Beschleunigung beim Anfahren und Bremsen*. Der grössten zulässigen Beschleunigung ist natürlich eine Grenze gegeben; dieselbe hängt wesentlich von der Bequemlichkeit der Passagiere ab, und mag anfangs 0,7 m pro Sekunde betragen, während sie später allmählich steigt. Die Verzögerung beim Anhalten kann etwas schneller erfolgen, da fast alle Passagiere gewöhnlich sitzen, während sie beim Anfahren ihre Plätze noch nicht eingenommen haben. Beim Anfahren findet ein beträchtlicher Energieverlust statt — sofern der Stromkreis konstante Spannung besitzt — denn die Motoren geben keine elektromotorische Gegenkraft; dieselbe nimmt bekanntlich zu, bis die Geschwindigkeit erreicht ist. Falls ein Motor eine Wickelung besitzt, dass die elektromotorische Gegenkraft proportional der Geschwindigkeit wächst, und wenn die Beschleunigung in bezug auf die Zeit konstant ist, dann kann man beim Anfahren einen Wirkungsgrad von 50% erhalten. Ordnet man zwei Motoren an, die parallel oder in Serie geschaltet werden können, so wächst die Arbeitsleistung um etwa 16 v. H. und der Wirkungsgrad erreicht dann einen Wert von $66^2/_3$ v. H. Die übrigen 33 v. H. Energie werden in Wärme umgesetzt.

Eine sehr grosse Rolle spielt die Beschleunigung bei Trambahnen mit Vollbahncharakter, bei denen die Entfernung der Stationen ca. 750 bis 1000 m beträgt (Berliner Hoch- und Untergrundbahn), und es ist sehr schwer zu sagen, welche Beschleunigung die richtige ist. Eine Beschleunigung von 1 m pro Sekunde erfordert z. B., dass ein im Wagen stehender Passagier annähernd um 6 v. H. geneigt stehen müsste.

Ein plötzliches Anwachsen der gleichförmigen Geschwindigkeit würde daher einen Passagier wahrscheinlich umwerfen, der gerade stand und keine Stütze hatte. Beginnt dagegen die Beschleunigung allmählich, so sind Unannehmlichkeiten für die Passagiere so gut wie ausgeschlossen. Ein allmähliches Anwachsen der Beschleunigung kann z. B. für den Fall, dass Serienmotoren zur Anwendung gelangen, dadurch gesichert werden, dass man nicht sofort auf den vollen Strom einschaltet, sondern letzteren in ein oder zwei Sekunden auf seinen vollen Wert anwachsen lässt. Sobald das Publikum das Bedürfnis erkannt hat, wird man bald dahin gelangen mit viel grösserer Beschleunigung, als sie gegenwärtig üblich ist, anfahren zu können. Zum Anhalten eines Wagens ist eine Zeit von ungefähr einer halben Sekunde erforderlich, was einer Beschleunigung von 7 m entspricht. Wenn die Züge sich auf einer halben Entfernung beschleunigen und dann ebenso bis zur nächsten Station sich verzögern, *so ist die erforderliche Zeit umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der gesamten Beschleunigung*. Die Energie pro Passagier ist direkt proportional der Beschleunigung und dem Quadrate der maximalen Geschwindigkeit zwischen den Stationen. Aus diesen beiden Deduktionen kann man leicht ersehen, ob und wie weit es sich verlohnt, die Beschleunigung zu erhöhen.

Die maximale Geschwindigkeit. Der Energieverlust ist bekanntlich bei einer gegebenen Beschleunigung um so kleiner, je niedriger die maximale Geschwindigkeit ist. Da der Energieverbrauch sich aber ändert, wie das Quadrat der grössten Geschwindigkeit, so ist eine beträchtliche Ersparnis zu erzielen, solange man nicht zur maximalen Geschwindigkeit übergeht. Wenn z. B. nur für $^1/_4$ der Entfernung zwischen den Stationen Beschleunigung stattfindet, so macht es bei einer Beschleunigung von 0,5 m f. d. Sekunde nur einen Unterschied von 4 Sekunden zwischen den Stationen, während der Energieaufwand nur halb so gross ist. Bei einer Beschleunigung von 1 m f. d. Sekunde beträgt die Ersparnis 3 Sekunden.

Weiterhin ist die Frage in Erwägung zu ziehen, ob es ratsam ist, für ausgedehnte Bahnlinien die Stationen an den *Enden* von Abhängen oder Neigungen zu errichten, so dass die Züge beim Anfahren und Anhalten in ihrem vorher genannten Bestreben unterstützt werden. Da die Stationen selbst aber eben sind, kann die Beschleunigung resp. Verzögerung in den wichtigsten Zeitpunkten, d. h. in dem Augenblick des Haltens oder Anfahrens durch die Neigungen nicht beeinflusst werden.

Zu Vergleichszwecken sei eine Beschleunigung von 0,7 m i. d. Sekunde angenommen. Wendet man Serienmotoren an und schaltet sie zuerst hintereinander, dann aber parallel, so lässt sich eine Geschwindigkeit bis zu 60 km i. d. Stunde erzielen. Bei Serienmotoren ist aber die Beschleunigung eine fortlaufende und in weniger als 35 Sekunden wäre die halbe Wegstrecke zurückgelegt. Die Beschleunigung würde noch weiter gehen, so dass bei einer graphischen Darstellung die zweite Hälfte der Kurve nicht ganz eine Wiederholung der ersten sein würde. Hinsichtlich der Zeit würde das Resultat ebenso brauchbar sein, als ob der Motor für die maximale

Geschwindigkeit von 80 km i. d. Stunde bestimmt gewesen wäre, es würde aber kleiner ausfallen und bei jedem Anfahren in den Widerständen weniger Energie verlieren. 80 km i. d. Stunde ist die maximale Geschwindigkeit, wenn der Zug bei einer Beschleunigung von 0,7 m bis zur halben Entfernung von der nächsten Station sich beschleunigen würde.

Der *Nebenschlussmotor* zeigt dasselbe Verhalten wie der Serienmotor, wenn der so reguliert wird, dass er während der Beschleunigungszeit einen konstanten Ankerstrom hat. Der Kollektor arbeitet aber häufig stufenweise, weshalb der Strom häufig variiert und zum Funken Veranlassung giebt. Dazu kommt noch, dass die Feldbewickelung kleiner wird und die Magnete grösser werden müssen, was bei Eisenbahnen, bei denen der Raum ziemlich beschränkt ist, sehr wichtig ist. Der Nebenschlussmotor ist dem Serienmotor auch insofern nicht ebenbürtig, weil er für die *höchste* Geschwindigkeit gewickelt werden muss; wird nun diese Geschwindigkeit vor dem halben Wege zwischen zwei Stationen erreicht, so wird der Wagen von diesem Punkt an bei konstanter Geschwindigkeit mit einem reduzierten Strom weiterlaufen, was wiederum ein Funken am Kollektor veranlassen kann. Beide Motorenarten können auch ferner so angeordnet werden, dass sie etwas Energie durch elektrisches Bremsen zurückgewinnen, aber sie würden denselben Energieverlust zeigen, wie er während der Beschleunigung durch die Widerstände bedingt ist.

Der *Mehrphasenmotor* ist in seinem Verhalten dem Gleichstrom-Nebenschlussmotor sehr ähnlich. Ordnet man zwei Motoren an, so kann auch nur einer die Netzspannung aufnehmen, während der andere für halbe Geschwindigkeit in Verkettung geschaltet ist. Der erstere kann dann für hohe Spannungen gewickelt werden, während der übrige Teil des Stromkreises die für die Handhabung geeignete Spannungen hat. Diese Anordnung verhindert die Benutzung des zweiten Motors in Parallelschaltung mit dem ersten über die halbe Geschwindigkeit hinaus. Das ist aber kein so bedenklicher Nachteil, wie man anzunehmen geneigt ist. Wenn man es ausrechnen würde, so wird die zwischen den Stationen erforderliche Zeit durch die Trägheit als zweiten Motor über die halbe Geschwindigkeit hinaus nur sehr wenig vergrössert. Der Hauptnachteil des Mehrphasenmotors ist, dass seine Geschwindigkeit eine Grenze besitzt.

Es giebt noch einige andere Anordnungen bei konstanter Spannung, die der Erwähnung wert sind, obgleich sie praktisch nicht zur Anwendung gelangen. Der Motor kann mit konstanter Geschwindigkeit laufen, und man wendet zum Kuppeln eine Art magnetische Kupplung an. Der Verlust ist in diesem Falle derselbe, wie bei den bereits beschriebenen Systemen, um aber den Vorteil zu erlangen, der dem Schalten zweier Motoren in Serie entspricht, muss man eine Kupplung derart konstruieren, dass ein Kuppeln bei zwei verschiedenen Geschwindigkeitsübersetzungen möglich ist. Das ist bei der Anwendung eines solchen Systems kein Vorteil im Vergleich mit dem Gleichstrommotorensystem; aber wir werden so in die Lage versetzt, gewöhnliche Wechselstrommotoren (Synchronmotoren) anzuwenden, die mit konstanter Geschwindigkeit laufen. Natürlich geht die wirkliche Anforderung auf eine variable Geschwindigkeitsübersetzung hinaus. Diese Aufgabe wurde schon früher gestellt und sehr scharfsinnig in Verbindung mit Oelmotoren für Automobile gelöst. Eine variable Geschwindigkeitsübersetzung mag im elektrischen Eisenbahnwesen von ungeheurer Bedeutung sein; aber das Problem ist in diesem Falle noch schwieriger, da die zu verteilenden Kräfte sehr gross sind, und sehr wenig verfügbarer Raum vorhanden ist. *Leonhard Mann* macht folgenden Vorschlag: ein Motor, der mit konstanter Geschwindigkeit läuft, treibt einen Generator mit variabler Spannung, der seinerseits wiederum einen Motor speist, der mit variabler Geschwindigkeit läuft. Diese Anordnung ist aber etwas umständlich und erfordert anstatt einer Maschine drei, oder vielmehr auf jeder Lokomotive eine besondere Doppelmaschine. Es kann wohl möglich sein, für jeden Zug einen Motorgenerator anzuordnen; diese Anordnung hat aber fast alle Nachteile des Lokomotivsystems und die Leistungsfähigkeit dürfte eine sehr geringe sein.

Der einphasige Wechselstrommotor ist gegenwärtig nicht zulässig, ausgenommen die Motorentype der Synchronmotoren, die mit konstanter Geschwindigkeit laufen. Die Anwendung konstanter Spannung dürfte daher keine gute Lösung des Problems einer variablen Geschwindigkeitsübersetzung auf elektrischem Wege sein. Wir wollen daher den konstanten Strom in unsere Betrachtung hineinziehen. Jetzt haben wir nur die Motoren oder vielmehr die Zugausrüstung zu betrachten. Die Reihenmotoren würden dann für die Umdrehungszahl gewickelt werden, die der Beschleunigung von 0,7 m i. d. Sek. entspricht. Verluste durch äussere Widerstände sind nicht vorhanden und die elektromotorische Gegenkraft nimmt mit der Geschwindigkeit zu, bis die Hälfte der Bahnstrecke zwischen 2 Stationen erreicht ist. Der Zusammenhang kehrt sich dann um und die Motoren werden zu Dynamos, die ihrerseits Vorderspannung in das Netz schicken und mit derselben Beschleunigung wie vorher bremsen, nur dass sie jetzt negativ ist, d. h. also eine Verzögerung. Da keine Verluste durch äussere Widerstände vorhanden sind, und da diese für den Fall, wo wir zum Vergleich die Leistung genommen haben, die bei der Beschleunigung verzehrt wird, sehr gross sind im Verhältnis zur Leistung, die durch die Zugwiderstände verzehrt wird, giebt das Serienmotoren-System einen grossen Prozentsatz der Leistung ins Netz zurück. Im Vergleich zu dem System mit konstanter Spannung ist somit hier ein grosser Gewinn an Energie vorhanden.

Bücherschau.

Elemente der Reinen Mechanik als Vorstudium für die Analitische und Angewandte Mechanik und für die Mathematische Physik an Universitäten und Technischen Hochschulen, sowie zum Selbstunterricht, von *Dr. Jos. Finger*, o. ö. Professor der Reinen Mechanik an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage, mit 210 Figuren im Texte. Wien 1901. Alfred Hölder.

Der Titel des Buches kennzeichnet seinen vielseitigen Zweck. Aus dem Vorwort ist zu ersehen, dass das Lehrbuch den Lehrstoff enthält „der in seinem wesentlichen Teile an der Wiener Technischen Hochschule in den Vorlesungen über die Elemente der reinen Mechanik und der graphischen Statik, welche für die Hörer der Bauingenieurschule, der Hochbauschule und der Maschinenbauschule im Studienplan des ersten Jahrgangs normiert sind, zum Vortrag gelangt.“ Die Festigkeitslehre ist, zweckmässigerweise, in dem Buche nicht behandelt. Der Raum von 797 Seiten (Format 16×24 cm) ist in 10 Kapitel mit zusammen 109 Paragraphen geteilt. Kapitel I (30 S.) enthält die Einleitung, eine Darlegung der grundlegenden Prinzipien und Begriffe. „Die drei Grundgesetze, nämlich das Prinzip der Trägheit, das Prinzip der unveränderlichen relativen Wirkung und das Prinzip der Wechselwirkung sind die Grundpfeiler, auf welchen das ganze Lehrgebäude der Mechanik aufgebaut ist. Aus diesen drei Grundprinzipien entspringen als aus ihrer gemeinsamen Quelle die anderen Prinzipe und alle Gesetze der Mechanik, wie in dem folgenden Lehrgange gezeigt werden soll.“ (Seite 25). „Jener Teil der Mechanik, der . . . mit Zuhilfenahme der mathematischen Theorema auf streng deduktivem Wege die Bewegungen der Körper im allgemeinen, also die allgemeine Lehre von den Kräften und ihren mechanischen Wirkungen behandelt, wird die reine oder theoretische Mechanik genannt, im Gegensatz zu der angewandten Mechanik“ (Seite 29.)

Ob die Reine Mechanik ein geeignetes Vorstudium für den künftigen Ingenieur oder Architekten bildet, bleibe hier dahin gestellt — an einzelnen deutschen technischen Hochschulen hat sie als solches längst den Platz geräumt.

Im II. und III. Kapitel folgt nun die Statik und die Kinematik des materiellen Punkts. Für das Kräfteparallelogramm ist ein sehr ausführlicher statischer Beweis gegeben (nach *J. J. Lambert*). Die Beschleunigung bei der krummlinigen Bewegung wird mit Hilfe der polaren Geschwindigkeitskurve (Hodograph) erklärt; im Anschluss an diese wird auch der Wert der Zentripetalbeschleunigung ermittelt.

Kapitel IV umfasst die Dynamik des Punktes. Auf Grund der leitenden Prinzipien wird der Satz von der gleichförmig beschleunigenden Wirkung konstanter Kräfte abgeleitet. Hören wir den Verfasser selbst: „Da in diesem Falle die Intensität der Kraft

von der Zeit ganz unabhängig wäre, so müsste, sofern der materielle Punkt stets derselbe bleibt, der Weg s, der infolge der Einwirkung der Kraft in der beliebigen Zeit t (die etwa sehr klein angenommen sei) dann zurückgelegt würde, wenn der materielle Punkt zu Anfang dieser Zeit, also zur Zeit $t = o$, in Ruhe wäre, und daher auch $\frac{d\,s}{d\,t}$ und auch $\frac{d^2 s}{d\,t^2}$ für dasselbe t stets den gleichen Wert haben, welchen Zeitmoment man auch immer, also auch, wenn man den Endpunkt der beliebigen Zeit t wählen würde . . . u. s. w." Eine so schwulstige Satzfügung müsste gerade an dieser Stelle unbedingt vermieden werden, da sie das Verständnis der an sich sehr einfachen Sache nur erschwert. In diesem Kapitel finden wir auch den freien Fall und senkrechten Wurf, die Bewegung auf der schiefen Ebene mit und ohne Reibung und Luftwiderstand behandelt, ferner die Zentralbewegung in Kegelschnitten, den schiefen Wurf ohne Luftwiderstand, das Kreispendel (für kleine und grosse Amplituden), das Cykloidenpendel und Zentrifugalpendel.

Im V. Kapitel werden die Kettenlinien (lineare, mat. Punktsysteme) behandelt, mit kurzer Anwendung auf Fachwerke, Seilreibung, feste und lose Rolle. Das VI. Kapitel bringt die allgemeinen Grundprinzipien der Mechanik der festen Körper (räumliche materielle Punktsysteme) — das Prinzip der virtuellen Verschiebungen, *D'Alemberts* Prinzip u. s. w. Das folgende Kapitel schliesst sich mit der Kinematik starrer Systeme an. (Fortschreitende und drehende Bewegung, Zusammensetzung der Rotationen u. s. w.)

Kapitel VIII, das in 8 Abschnitte geteilt ist, enthält die Statik starrer Körper: Kräfte in der Ebene und im Raum am freibeweglichen und am beschränkt beweglichen Körper. Die sog. einfachen Maschinen werden nicht behandelt. Gerade die Reine Mechanik hätte es aber am nötigsten, für ihre Lehren Beispiele vorzuführen. Sie verlangt sonst von dem Anfänger (und für diesen ist das Buch ausdrücklich bestimmt) oft zu viel. Gerade an den einfachen Maschinen hat sich doch die Mechanik gebildet.

Sehr ausführlich ist in diesem Kapitel die Schwerpunktslehre behandelt. Um so mehr vermisst man die graphische Schwerpunktsbestimmung beliebig umgrenzter ebener Figuren mittels des Seilpolygons. Dieser Mangel wird durch die angegebenen rechnerischen Verfahren nach der *Simpson*schen Regel nicht weniger fühlbar gemacht. Den Schwerpunkt eines Schienenprofils wird Niemand mittels dieser Regel bestimmen (S. 507).

Kapitel IX umfasst die Dynamik starrer Körper. Die Lehre von den Trägheitsmomenten und Zentrifugalmomenten nimmt naturgemäss einen breiten Raum ein und ist sehr ausführlich behandelt. Auch das Verfahren von *Land* zur Bestimmung beliebiger Trägheitsmomente aus denen der Hauptachsen fehlt nicht. Von den beiden Verfahren nach *Nehls* und nach *Mohr* schreibt der Verfasser dem *Mohr*schen die geringere Genauigkeit zu. — Auch das physische Pendel und die *Atwood*sche Fallmaschine sind behandelt. Nach den Paragraphen über die Arbeits- und Energieverhältnisse bei der allgemeinsten Bewegung von Systemen starrer Körper bildet den Schluss des Kapitels die Lehre vom Stoss. Beim Arbeitsverlust durch unelastischen Stoss werden mit M und M' in der einen Formel die Massen, in der anderen deren reziproke Werte bezeichnet, was doch leicht zu vermeiden wäre. Das X. Kapitel enthält endlich die Prinzipien der Mechanik flüssiger und gasförmiger Körper.

Entsprechend seinem Zweck ist das Buch einerseits sehr reichhaltig, andererseits hat die Vielseitigkeit des Zweckes zur Folge, dass es trotz grossen Umfangs nicht allen Ansprüchen gleich genügen kann. Ein Vorwurf kann daraus nicht erwachsen, solange so vielseitige Ansprüche gestellt werden. Eine weniger breite Ausdrucksweise würde an vielen Stellen die Deutlichkeit erhöhen. Wer sich über die Lehren der Reinen Mechanik unterrichten will, findet in dem Buche einen zuverlässiger Führer. Es ist weniger abstrakt gehalten, als man sonst von Büchern mit dem Titel „Reine Mechanik" nicht anders erwartet. *S.*

Galileo Ferraris, Wissenschaftliche Grundlagen der Elektrotechnik. Nach den Vorlesungen über Elektrotechnik gehalten in dem R. Museo Industriale in Turin. Deutsch herausgegeben von *Dr. Leo Finzi.* Mit 161 Figuren im Text. Leipzig 1901, B. G. Teubner.

Ein hochbedeutsames Werk, welches nicht nur durch die Person Ferraris von ungewöhnlichem Interesse, sondern auch durch die als klassisch zu bezeichnende Art und Weise der Behandlung des Stoffes besonders geeignet ist, die dem Elektrotechniker heutzutage so unumgänglich notwendige theoretische Bildung zu vermitteln und zu fördern.

An und für sich kann ein aus einer Sammlung von Vorlesungen zusammengestelltes Werk, welches doch nur dazu geschaffen ist, dem Lernenden in das betreffende Gebiet einzuführen, nichts Neues bringen. Aber in der Art und Weise, wie der gegebene Stoff verarbeitet ist, um den Leser schrittweise zu fördern und ihm die Schwierigkeiten des Eindringens in die gegebenen Lehren zu erleichtern, liegt der Schwerpunkt derartiger Bücher und prägt sich hier wie nur selten die Individualität des Lehrers aus. Hier haben wir die Arbeit eines berufenen Meisters, der nicht nur den Gegenstand vollkommen beherrscht, sondern es auch versteht, das gesammelte und vollständig verarbeitete Wissen in einer so gründlichen und klaren Weise wiederzugeben, wie selbe nur selten gefunden wird. Ein Charakteristikon für die Art und Weise der Behandlung bilden wohl die von Ferraris gewählten praktischen Beispiele, um eine Bestätigung der Ansichten der Forscher abzuleiten. So sei zum Zwecke der Klarstellung eines dieser Beispiele vorgeführt, welches einen Beleg für die von *Maxwell*, *Hertz* und *Poynting* aufgestellte Ansicht, dass sich die elektrische Energie nur im Dielektrikum und nicht in den sogenannten elektrischen Leitern fortpflanzt, erbringen soll. Bei einer Uebertragung zwischen einem Wechselstromgenerator mit stehendem Anker und einem Wechselstrommotor derselben Type ist nur Kontinuität des Dielektrikums und nicht des Metalles vorhanden, da in diesem Falle die metallische Kontinuität nur zwischen den festen Teilen beider Maschinen bestehen kann, aber nicht zwischen diesen Teilen und den beweglichen. Trotz Fehlens dieser Kontinuität übertragen die Magnetkränze die Bewegung ebenso, wie dies etwa zwei in einander greifende Zahnräder thun würden. Zu der Uebertragung ist also die Kontinuität des Metalles nicht nötig. Die isolierenden Schichten, welche die beweglichen Teile beider Maschinen umgeben, verhindern die Uebertragung nicht, das Dielektrikum lässt sich sonach von der elektrischen Energie durchsetzen. Auffälliger tritt dies noch bei der indirekten Uebertragung durch Transformatoren zu Tage, bei welchen auch zwischen den festen Teilen beider Maschinen eine metallische Kontinuität nicht vorhanden ist.

Auf den reichen Inhalt dieses Werkes, dessen Verstehen allerdings bedeutende mathematische und physikalische Vorkenntnisse voraussetzt, näher einzugehen, kann sich wohl versagt werden, da eine Inhaltsangabe noch keinen Rückschluss auf den Wert eines Werkes gestattet.

Die Vorzüge des Werkes werden demselben sicher in akademisch gebildeten Kreisen zahlreichen Eingang verschaffen, umsomehr, als die deutsche Bearbeitung desselben eine treffliche ist und die Verlagshandlung keine Auslage gescheut hat, um das Werk in einer dem Inhalte würdigen Weise auszustatten. *A. P.*

Die Dampfkessel. Ein Lehr- und Handbuch für Studierende Technischer Hochschulen, Schüler Höherer Maschinenbauschulen und Techniken, sowie für Ingenieure und Techniker. Bearbeitet von *F. Tetzner*, Oberlehrer a. d. Kgl. Vereinigt. Maschinenbauschulen in Dortmund. Berlin. 1902. Julius Springer.

Wie das Vorwort des Verfassers besagt, stellte sich derselbe die Aufgabe, ein Lehrbuch zu schaffen, „das im knappen Gewande alles das bringt, was zur vollständigen Konstruktion einer beliebigen Dampfkesselanlage und zur Wahl des Kesselsystems nötig ist". Ein Bedürfnis nach einem solchen Lehrbuche ist trotz mancher in neuerer Zeit erschienenen und recht guter Bücher über Dampfkessel eine nicht zu leugnende Thatsache. Insofern verdient die vorliegende mit 34 gut gewählten und ebenso gut ausgeführten lithographierten Tafeln ausgestattete Schrift eine dankenswerte Anerkennung. Dagegen hätte sich der Verfasser sagen müssen, dass sich das gesteckte Ziel unmöglich in befriedigender Weise erreichen lässt, wenn man einem Lehrbuche, das ausser den eigentlichen Dampfkesseln das Wichtigste über die Brennstoffe, die Verbrennung, die chemische Wasserreinigung, die Kesselwartung, die Dampfüberhitzer und die gesetzlichen Bestimmungen bringen will, ein so knappes Gewand giebt, wie im vorliegenden nur 222 Oktavseiten umfassenden Buch geschehen ist, zumal nur knapp die Hälfte derselben sich mit den eigentlichen Dampfkesseln befasst. Eine auch für den Spezialfachmann so schwierige Frage der Wahl des Kesselsystems dürfte durch das auf nur 30 Seiten über die Hauptkesselsysteme (hauptsächlich Grosswasserraumkessel) Gesagte keine genügende Behandlung erfahren haben. Einige Zahlenangaben über die chemische Zusammensetzung der wichtigsten Brennstoffe und ihren Heizwert, sowie eine Beschreibung eines Calorimeters werden von jedem Leser sicherlich schmerzlich vermisst werden; über das Verhalten der verschiedenen Kohlensorten beim Verfeuern ist nicht eine Bemerkung zu finden, und gerade danach richten sich doch die verschiedenen Feuerungen. Die Regel 2 auf Seite 27 für die Bedienung des Planrostes dürfte unzutreffend sein und enthält einen Widerspruch gegen Regel 1, denn eine rationelle Bedienung des Planrostes besteht im seltenen regelmässigen Aufmachen der Thüre, Aufwerfen und Vorschieben des entgasten Brennstoffs. Beim Lesen der Einleitung und von Seite 82 läuft der Laie die Gefahr anzunehmen, dass die Kessel gegenwärtig zumeist noch aus Schweisseisen hergestellt würden. Wenn nun das Buch nach der angedeuteten Richtung einiger Ergänzungen bedürfte, so ist dem Verfasser die Anerkennung nicht zu versagen, dass er bei den am Schlusse des Buches behandelten Beispielen den richtigen Weg eingeschlagen hat, anhand bewährter Ausführungen renommierter Firmen dem Konstrukteur zu zeigen, wie er beim Entwerfen und Berechnen der Dimensionen des Kessels vorzugehen habe. *W. P.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 7. **Berlin, 14. Februar 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2195), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Neuerungen an Indikatoren.

Bei der Untersuchung von Wärmekraftmaschinen steht dem Ingenieur kein Instrument zur Verfügung, das feinfühliger wäre, das ihm mehr einen wirklichen Einblick in die im Innern des Zylinders sich vollziehenden Vorgänge gewährte, als der in seinen Grundgedanken bereits von *Watt* angegebene Indikator. Heute hat dieses Instrument von verschiedenen grossen Firmen eine derartige Ausbildung erfahren, jedes Glied ist mit einer so liebevollen Sorgfalt durchgebildet, dass man zunächst geneigt ist, irgend welche rein konstruktive Aenderungen daran als unnötig, ja verkehrt anzusehen. Aber das ist durchaus keine unbedingt richtige Auffassung, gerade derjenige, welcher viel und andauernd zu indizieren hat, weiss, dass jeder, auch der besten Indikatorkonstruktion Mängel anhaften, die in manchen Fällen dem „Versuchsingenieur“ das Leben schwer machen.

Bis zu einem gewissen Grade ist allerdings jener erste Gedanke richtig. Wenigstens haben wir gefunden, dass das einfachste, aus den wenigsten Teilen zusammengesetzte Instrument für normale Fälle durchaus das beste ist. Fast jede Verbesserung, und so auch die, von denen heute die Rede sein soll, fügt neue Teile, neue Schrauben und Verbindungen zu den alten, unumgänglich nötigen hinzu, die auch die Ursache von Störungen, von Fehlern werden können. Man betrachte nur einmal die Art, wie bei einem grossen Verdampfungsversuche der Dampfverbrauch f. d. indizierte Pferd und Stunde festgestellt wird. Da sind Fehler von mehreren Hundertteilen eigentlich garnicht zu vermeiden; deshalb erscheint es beispielsweise verkehrt, bei Garantieversuchen so ausserordentlich viel Wert auf die Art der Feststellung des Federmassstabes zu legen und uns will der Ausspruch von *Walther-Meunier* durchaus richtig dünken, man solle sich in solchen Fällen auf die einfachste Prüfungsart, nämlich die Feder im kalten Zustande durch Gewichtsbelastung zu aichen, beschränken.[1]) Wenn wirklich bei einzelnen Versuchen z. B. mit der Erwärmung ein Zunehmen des Federmassstabes um 4 vom Hundert beobachtet ist, so sind selbst diese noch so sorgfältig unternommenen Versuche nicht ganz einwandsfrei, bei denen ein Irrtum im Ablesen der vom Schreibstift verzeichneten Höhen um $^1/_{10}$ Millimeter schon einen merkbaren Fehler bedeutet. Erst bei rein wissenschaftlichen Versuchen oder — und das ist seit der immer häufigeren Verwendung überhitzten Dampfes und explosibler Mischungen für den in der Praxis stehenden Ingenieur das Wesentliche — bei sehr hohen Wärmegraden im Motorenzylinder liegt unseres Erachtens ein Bedürfnis für die Konstruktion vor, welche die bekannte Firma *Dreyer, Rosenkranz & Droop* in Hannover seit kurzem auf den Markt gebracht hat (siehe Fig. 1 und 2). Hier ist die Feder aus dem Innern des Indikatorzylinders nach aussen verlegt, kann also niemals eine derartig hohe Temperatur auch nur annähernd annehmen, wie sie im Kraftzylinder herrscht. Die Konstruktion selbst dürfte ohne weiteres klar sein. Beachtenswert ist, dass die Stange *Z* scharf angezogen eingesetzt ist, wodurch das Kippmoment aufgehoben und ein Ausweichen des Teiles *A* nach oben und eine seitliche Biegung der Stahlsäule *F* beim Arbeiten des Instrumentes unmöglich gemacht werden soll. Die geringe Vermehrung der bewegten Massen soll nach *Rosenkranz*,[2]) wie Kontrollversuche mit anderen Indikatoren gezeigt haben, keine Fehler verursachen. Es deckt sich das im wesentlichen mit Feststellungen von anderer Seite,[3]) aber selbst wenn durch die vermehrten Massen ein geringes Nacheilen im ersten Teile des Hubes stattfände, so wird im zweiten Teile ja auch ein entsprechendes Voreilen eintreten, und wenn es, wie meistens nur auf die Bestimmung der Diagrammfläche ankommt, so heben sich die dadurch entstehenden Fehler wenigstens teilweise auf.

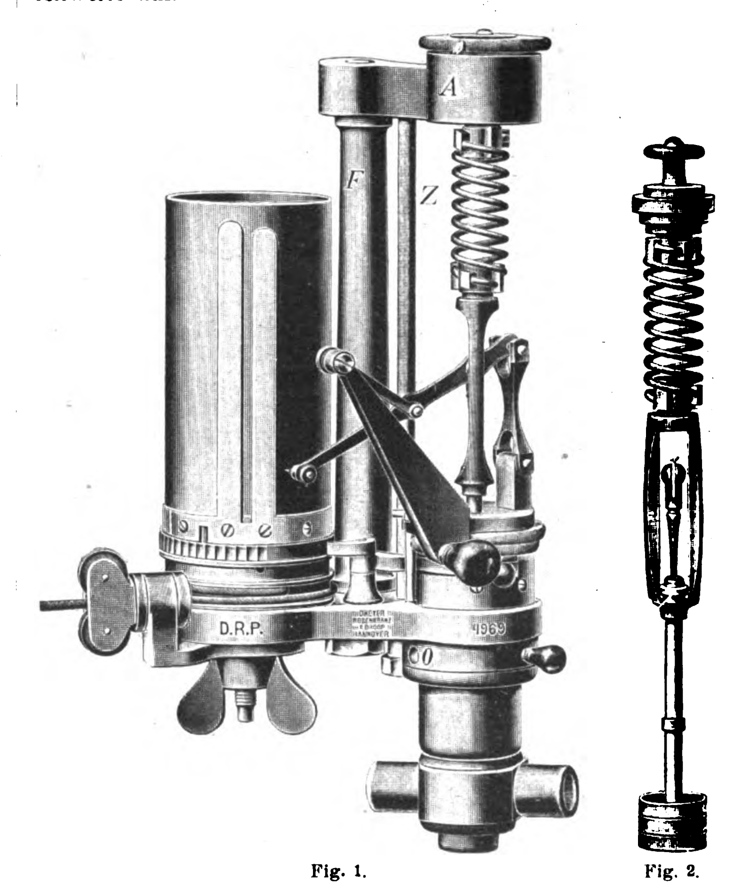


Fig. 1. Fig. 2.

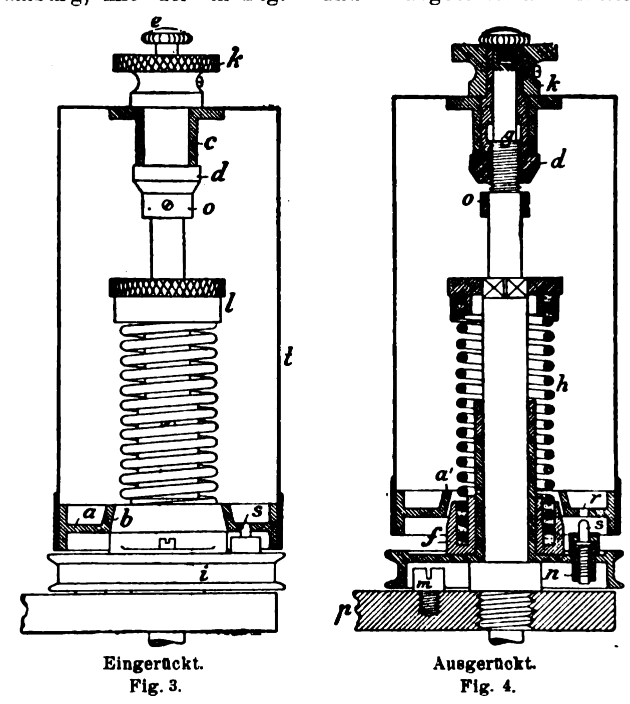
Geradezu als ein Schmerzenskind der *Rosenkranz*-Indikatoren ist die Anhaltevorrichtung zu bezeichnen, wie sie auch bei dem Indikator (Fig. 1) dargestellt ist. Wie häufig wird man beobachten können, dass diese Vorrichtung überhaupt nicht benutzt und lieber an irgend einer Stelle die Schnur ausgehängt wird, weil der Träger für die kleine Sperrklinke durchaus nicht festhalten will, weil eine von

[1]) Siehe *Roser*, Z. d. V. d. I., 18. Oktober 1902.

[2]) Siehe Z. d. V. d. I., 5. Juli 1902.

[3]) Siehe *E. Meyer*, Z. d. V. d. I., 21. Sept. 1901.

den beiden im Innern der Trommel untergebrachten Spiralfedern aus flachem Stahlband ausgehakt oder während der Arbeit gebrochen ist, und was dergleichen Gründe mehr sind. Diese Spiralfedern geben überhaupt am meisten Anlass zu Störungen und sind eigentlich das einzige Glied an den sonst so vorzüglich durchkonstruierten *Rosenkranz*-Indikatoren, das nach unserer Ansicht schon längst hätte von Grund aus neu durchgebildet werden müssen. Giebt doch die bei den *Schaeffer & Budenberg*- und bei den *Crosby*-Instrumenten seit langem eingeführte Spiralfeder aus rundem Stahldraht eigentlich nie zu irgend welchen Störungen Anlass. Aber bislang kannte man überhaupt keine Anhaltevorrichtung für die Trommel ohne eine solche Spiralfeder aus plattem Stahlband. Auch *Schaeffer & Budenberg* verwandten diese bei den Instrumenten, bei denen eine Anhaltevorrichtung verlangt wurde. Jetzt tritt die Firma *Maihak*, *Crosby-Warenhaus*, Hamburg, mit der in Fig. 3 und 4 abgebildeten Friktions-



Eingerückt. Fig. 3. Ausgerückt. Fig. 4.

Anhaltevorrichtung an die Oeffentlichkeit. Dreht man bei der Lage Fig. 4 den geriffelten Knopf *k* rechts herum, bis die untere Fläche von *d* an *o* anliegt, so setzt sich der Konus a^1 des Bodens *a* (Fig. 3) auf den Konus *b* des Federfusses *f* und kuppelt so den Papierzylinder mit dem Unterteil *i*. Diese Kupplung wird durch Einschnappen des kleinen federnden Stiftchens *s* in das Loch *r* gesichert. In der Lage Fig. 4 dagegen steht die Papiertrommel *t* fest, während sich Unterteil *i*, Feder *h* und Achse *g* in der Hülse *c* drehen können. Das Gehäuse des Stiftes *s* dient gleichzeitig als Anschlag für das in dem wagerechten Arm *p* befestigte Schräubchen *m*, um die übliche Hubbegrenzung der Trommel herbeizuführen. Nach Entfernung der Anschlagschraube *e* kann der Papierzylinder durch weiteres Drehen des Knopfes *k* nach oben abgehoben werden und die Feder *h* liegt dann frei. Wie leicht diese gegenüber den Federn an den Instrumenten von *Schaeffer & Budenberg* mittels des auf einem Vierkant ruhenden Federkopfes *l* gespannt werden kann, weiss jeder, der schon mit den Indikatoren beider Firmen zu arbeiten hatte. Dass diese Anhaltevorichtung Vorzüge vor der sonst üblichen besitzt, ist nicht zu leugnen; den wesentlichsten haben wir schon hervorgehoben: die Schraubenfeder aus rundem Stahldraht kann beibehalten werden. Sodann aber tritt neben der Vermeidung jedes Gesperres keine Vermehrung des Trommelgewichtes durch diese Vorrichtung ein, was namentlich bei hohen Tourenzahlen wichtig ist. Ob sich aber die Konstruktion auch auf die Dauer bewähren wird, darüber können wir heute ein Urteil noch nicht fällen. Es steht ein Verschleiss der beiden Konen zu befürchten; auch müssen der Stift *s* und die ihn nach oben drückende Feder *n* naturgemäss so zierlich ausgeführt werden, dass immerhin Zweifel an die Haltbarkeit dieser Teile, die doch nicht unbeträchtliche Stösse zu erdulden haben, gerechtfertigt sind. Jedenfalls erscheint es uns nötig, immer Ersatzteile hierfür zur Verfügung zu halten.

Im Anschluss an Obiges möchten wir die Neukonstruktion für einen Hubreduktor erwähnen, welche ebenfalls durch die Firma *H. Maihak* ausgeführt ist (siehe Fig. 5). Auch diese geht von dem gewiss lobenswerten Streben aus, die Spiralfeder aus flachem Stahlband durch eine Schraubenfeder aus rundem Stahldraht zu ersetzen, welche in der Hülse *14* untergebracht ist und nach Lockerung der Schraube *27* mittels des geriffelten Kopfes *16* gespannt werden kann. Die Reduktionsscheibe *20* wird durch eine Reihe von übereinander geschobenen, konzentrischen Ringen gebildet, die nach Entfernung der Befestigungsscheibe *21* einzeln fortgenommen werden können. Hierdurch ist der Gebrauch des Instrumentes für Hübe von 250 bis 1800 mm ermöglicht. Der Schnurführer *24* verschiebt sich auf einer Schraube mit flachem Gewinde bei Drehung der Schnurrolle parallel zu deren Achse, so dass sich die Schnurwindungen nebeneinander legen. Die ganze Vorrichtung wird durch den Arm *1* getragen, der seinerseits durch die normale Kuppelmutter *4* zwischen Indikatorhahn und Indikator festgeklemmt wird. Nach Lösung der Schraube *3* können die Verbindungsteile für Indikator und Hahn ausgewechselt und der Hubreduktor für jedes andere Indikatorsystem durch Einsetzen hierfür passender Stücke hergerichtet werden. Die Vorrichtung soll namentlich auch für grosse Umdrehungszahlen geeignet sein. Immerhin erscheint gerade dann die Anwendung des Kegelräderpaares sehr bedenklich, in dem die Beanspruchung bei jedem Hube wechselt.

Als Hubreduktor bei sehr grossen Hüben, 2500 mm und mehr bis zu 4000 mm, haben wir bis jetzt nur die Ausführungen der Firma *Dreyer, Rosenkranz & Droop* nach *Staněk* in Verbindung mit der *Dörfel*schen Rolle kennen gelernt, deren Konstruktion wir wohl als allgemein bekannt voraussetzen dürfen. Mit diesen Hilfsinstrumenten vermag man sich mit Leichtigkeit allen noch so eigenartigen Betriebsverhältnissen anzupassen und deshalb sollte namentlich derjenige sie sich unbedingt anschaffen, dessen Thätigkeit sich auf fremden Werken an den verschiedenartigsten Maschinen jeder Grösse abspielt, wie das z. B. beim Revisionsingenieur der Fall ist. Die zwar nicht ganz geringfügige Ausgabe macht sich in kürzester Zeit bezahlt, da das Anbringen und Einrichten der Instrumente sich nach unseren Erfahrungen in einem geringen

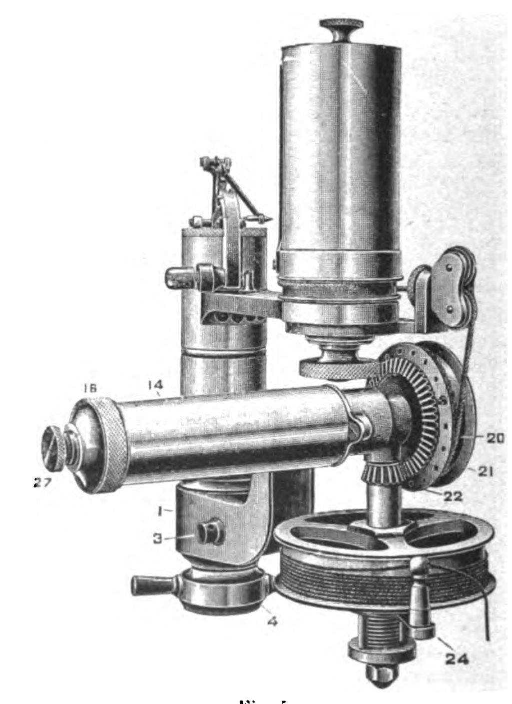


Fig. 5.

Bruchteil der sonst nötigen Zeit vollzieht. Einige praktische Klemmen zur Befestigung dieser Vorrichtungen werden nach Angaben von Prof. *A. Bauer* in Leoben ebenfalls von der Firma *Dreyer, Rosenkranz & Droop*, Hannover ausgeführt[4]).

[4]) Siehe Z. d. V. d. J. vom 5. Juli 1902.

Bei der Untersuchung von Maschinen, bei welchen die zu leistende Arbeit innerhalb kurzer Zeit stark wechselt, wie das bei Fördermaschinen, bei Walzenzugmaschinen und ähnlichen stets der Fall ist, kommt man bald zur Grenze der Brauchbarkeit eines gewöhnlichen Indikators. Jedes Diagramm zeigt Verschiedenheiten gegenüber dem vorangehenden und dem folgenden, und wenn man sie alle übereinander auf dasselbe Blatt schreiben lässt, so entsteht ein solches Gewirr von Linien, dass schliesslich selbst das schärfste und geübteste Auge die einzelnen Diagramme nicht mehr von einander zu unterscheiden vermag. Planimetrierungen werden aber hierdurch unmöglich gemacht. Andererseits nützt es nichts, nur einen Teil der Diagramme während eines Förderzuges oder einer Walzarbeit zu nehmen, weil bei der Veränderlichkeit der Arbeit in den einzelnen Hüben fast stets nur die gesamte aufzuwendende Kraft interessiert.

Man hat daher schon seit langem Instrumente erdacht, bei denen auf eine lange Papierrolle sich eine ganze Anzahl Diagramme aufschreiben lässt, und bei denen während eines der beiden Hübe ein Abwickeln des Papierstreifens in einer gewissen Länge stattfindet, sodass jedes Diagramm um eine bestimmte Strecke gegen das vorhergehende verschoben erscheint.

Die älteren Instrumente dieser Art zeigten verschiedene Misstände. Zwar war es für den mit diesem Indikator Eingeübten bei einiger Sorgfalt durchaus möglich, sehr brauchbare Diagramme zu erzielen; aber einmal vermehrten die üblichen Transportiervorrichtungen das Gewicht der Trommel sehr und die vergrösserten bewegten Massen verhinderten die Benutzung bei hohen Tourenzahlen, und dann war es nötig, ausser dem gewöhnlichen Indikator noch ein zweites, vollständiges Instrument sich anzuschaffen, welches zur Abnahme „fortlaufender Diagramme“ eingerichtet war. Abgesehen von den nicht unbeträchtlichen Kosten, entstanden hierdurch Unannehmlichkeiten auf der Reise, indem der meist schon umfangreiche Instrumentenkasten des „Versuchsingenieurs“ eine erhebliche Vergrösserung erfuhr.

Fig. 6.

Auch hier hat die sehr rührige Firma *Maihak* in Hamburg Abhilfe zu schaffen verstanden. Jeder ihrer normalen Indikatoren, oder auch der eines beliebigen anderen Systems, kann mit geringen Veränderungen so eingerichtet werden, dass nach Lösung einer Schraube die gewöhnliche Papiertrommel fortgenommen und die zur Abnahme von „fortlaufenden Diagrammen“ eingerichtete aufgesetzt werden kann. Es braucht also ausser dem gewöhnlichen Instrumente nur diese der normalen gegenüber wenig vergrösserte Trommel mitgeführt zu werden, und mit ein paar einfachen Handgriffen ist in kürzester Zeit der gewöhnliche Indikator in einen solchen für fortlaufende Diagramme (siehe Fig. 6) verwandelt. Bei diesem wird das in Rollen von etwa $1^1/_2$ m Länge aufgewickelte Papier auf den Stift *s* geschoben, zwischen den beiden Walzen *1* und *2* (siehe auch Fig. 7) durchgeführt, um die Trommel gelegt und dann zwischen den beiden Walzen *3* und *4* hindurch um den Stift *c* gewickelt. Um letzteres bequem ausführen zu können, wird das Papier durch einen Längsschlitz dieses Stiftes gesteckt und um diesen durch Drehen des Rädchens *z* so lange herumgewickelt, bis es glatt auf der Trommel aufliegt. In *z* greift das auf die Trommelachse lose aufgesteckte Rad z^1 und in dieses die Klinke *n*, welche Rückdrehen der Räder und somit Schlaffwerden des Papiers verhindert. Oben auf dem Rädchen z^1 ist noch eine Verzahnung *i* angebracht, in welche die mit der Trommel-

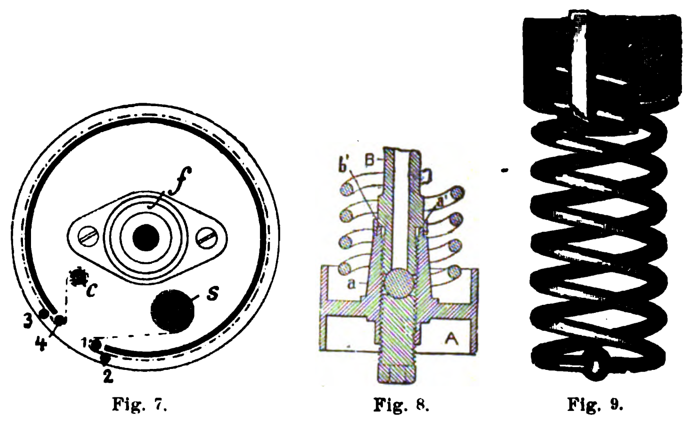


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

achse fest verbundene Klinke *b* greift. Legt man diese in die Verzahnung *i*, so ist also z^1 mit der Trommelachse gekuppelt und bei Drehung der Trommel in der einen Richtung wird *z* gedreht, d. h. das Papier wandert um ein bestimmtes Stück vorwärts, beim Drehen in der entgegengesetzten Richtung schleift dagegen die Klinke *b* über die Verzahnung *i* fort und Rad *z* und damit das Papier bleibt unverrückt auf der Trommel. Erwähnt mag noch werden, dass man *b* während des Ganges ausheben und dann mit der Trommel auch dicht aufeinander folgende geschlossene Einzeldiagramme erhalten kann, ohne ein neues Stück Papier auf die Trommel aufstecken zu müssen. Aus eigener Erfahrung können wir versichern, dass diese Instrumente sehr zuverlässig arbeiten, und dass es nach kurzer Uebung gelingt, mit ihnen tadellose, fortlaufende Diagramme zu erzielen. Die ganze Anordnung ist ausserordentlich sinnreich ausgedacht und vorzüglich durchkonstruiert Gleiches kann man fast in jeder Beziehung überhaupt von den *Crosby*-Instrumenten behaupten. Wir möchten hier nur auf einen Teil hinweisen, dessen Durchbildung uns nicht so zweckmässig erscheint, obgleich die Firma gerade in dieser Konstruktion einen wesentlichen Vorzug ihrer Indikatoren sieht. Es ist das die Befestigung der Feder im Kolben (siehe Fig. 8). Die an der Feder befestigte Kugel (siehe auch Fig. 9) wird in die Kugelpfanne gelegt, dann die Kolbenstange *B* von oben durch die Feder gesteckt und so in den Kolben *A* eingeschraubt, dass die Fläche *b'* auf der Fläche a^1 fest aufliegt; die Kugelpfanne soll dabei von unten so weit in den Kolben hineingeschraubt sein, dass die Kugel selbst sich ohne Spiel zwischen der Pfanne und der Kolbenstange etwas drehen kann. Es soll auf diese Weise jede etwa eintretende Achsenabweichung von Feder und Indikatorzylinder und somit jeder seitliche Druck auf den Kolben vermieden werden. Verfährt man genau nach dieser Vorschrift, so ist aber die Pfanne nicht gesichert, es kann ein wenn auch noch so geringes Losdrehen derselben eintreten und das Resultat ist die Entstehung toten Spiels in dem Indikator während der Arbeit selbst. Ein häufiges Herausnehmen des Kolbens mit Feder und Prüfung, ob noch alles in der ursprünglichen, richtigen Lage ist, wird daher notwendig. Um dies zu vermeiden, ziehen daher viele entgegen jener Vorschrift die Kugelpfanne fest gegen die Kugel an. Damit ist aber die gewünschte Drehungsmöglichkeit der letzteren aufgehoben, und ganz abgesehen davon, dass alsdann ein etwas schräges Einspannen der Feder nur durch äusserste Sorgfalt vermieden werden

kann, bietet die doch gewiss verwickelte Konstruktion gar keinen Vorteil gegenüber der von *Rosenkranz*, bei welcher der untere Federkopf einfach in den Kolben geschraubt ist. Denn die geringe Verminderung der schwingenden Masse ist, wie bereits bemerkt, nicht von der Bedeutung, die man ihr gemeiniglich beilegt.[5])

Leider können wir unter den „Neuerungen an Indikatoren" noch immer nicht über ein unbestritten brauchbares Instrument berichten, das, wie wir schon vor Jahren in dieser Zeitschrift hervorhoben,[6]) zweifellos jedem, der mit umfangreicheren Indizierungen zu thun hat, hochwillkommen sein würde, wir meinen ein solches, bei welchem man den indirekten Druck unmittelbar etwa auf einer Skala ablesen kann. Wir können unseren damaligen Mitteilungen nur die Beschreibung eines Indikators hinzufügen, der aber insofern nicht gut eine Neuerung genannt werden kann, als er von seinem Erfinder, Professor *Hlawatschek* in Graz, bereits im Jahre 1885 konstruiert und beschrieben ist.[7]) Dabei unterliegt es keinem Zweifel, dass dieses Instrument weit über den im angezogenen Aufsatz wiedergegebenen Konstruktionen steht und jedenfalls verdienen die in ihm niedergelegten Gedanken durchaus der Vergessenheit entrissen zu werden. Auch dieses Instrument (Fig. 10) geht aus dem gewöhnlichen Indikator nur durch Ersetzung zweier Stücke, des Schreibzeugs und der Trommel, hervor und die Umwandlung kann auch hier in kürzester Zeit vorgenommen werden. An Stelle des Schreibzeugs tritt der fest auf die Kolbenstange aufgesetzte Arm a, der vorn die Rolle r trägt. Diese wird durch eine nicht gezeichnete Feder gegen den Konus K gedrückt, der die Trommel des gewöhnlichen Indikators ersetzt. Nun ist auf der Achse b eine Schnecke g durch Keil und Nut so befestigt, dass g jede Drehung von r mitmachen muss. Die Schnecke g steht mit dem Rade u von 100 Zähnen und einem dahinterliegenden Rade von 101 Zähnen in Verbindung. Der Zeiger z giebt das Mass der Umdrehungen der Rolle r bis zu 100, der mit dem zweiten Rade in Verbindung stehende Zeiger z_1 die Zahl der Hunderte von Umdrehungen an. Der Konus K wird genau wie sonst die Papiertrommel in bekannter Weise von der Maschine hin und her gezogen. Dabei dreht sich das Rädchen r und zwar beim Hin- und Rückgange nach entgegengesetzten Richtungen. Solange der Dampfhahn geschlossen ist, wird also nach einer ganzen Umdrehung der zu indizierenden Maschine keine Verschiebung des Rades u gegen den Zeiger z eingetreten sein; ist er jedoch geöffnet, das heisst, bewegt sich r längs des Konus K auf und ab, so wird wegen der Verschiedenheit der Konusumfänge in den verschiedenen Höhen eine schliessliche Verschiebung des Rades u gegen den Zeiger z stattgefunden haben. Ohne auf die von *Hlawatschek* näher erläuterte Theorie einzugehen, erscheint ohne weiteres klar, dass die so gefundene Zahl der mit einem gewöhnlichen Indikator gefundenen Diagrammfläche proportional sein muss. Nach Angabe des Verfassers hat sich ein derartiger Indikator seinerzeit gut bewährt, es fand sich

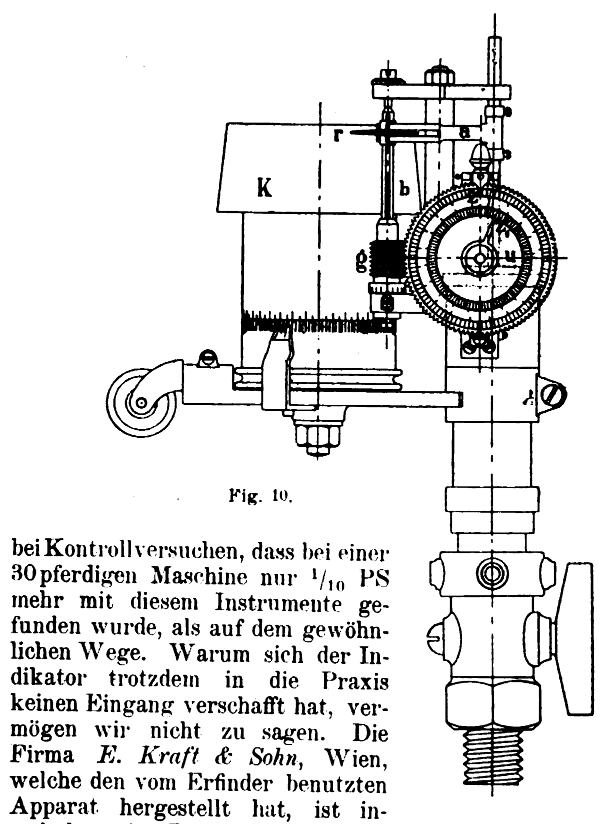


Fig. 10.

bei Kontrollversuchen, dass bei einer 30pferdigen Maschine nur $^1/_{10}$ PS mehr mit diesem Instrumente gefunden wurde, als auf dem gewöhnlichen Wege. Warum sich der Indikator trotzdem in die Praxis keinen Eingang verschafft hat, vermögen wir nicht zu sagen. Die Firma *E. Kraft & Sohn*, Wien, welche den vom Erfinder benutzten Apparat hergestellt hat, ist inzwischen in Liquidation geraten, sodass ein derartiges Instrument nicht zu erlangen war. Bedenklich erscheint ja auf den ersten Blick die Bewegungsübertragung durch einfache Reibung an der Rolle r, zumal Erschütterungen unter dem Indikatorkolben bei plötzlichem Druckwechsel nicht zu vermeiden sind, die, wenn auch nur für einen Augenblick die Berührung zwischen Rolle und Konus aufheben können. Es wäre infolgedessen eine ungenaue Uebertragung der Konusbewegung auf die Rolle zu befürchten. Doch konnten wir aus bereits angegebenen Gründen selbst Erfahrungen mit dem Instrument nicht sammeln und können daher nur das oben mitgeteilte Versuchsergebnis wiedergeben, für das wir dem Erfinder die Verantwortung überlassen müssen.

F. Mbg.

[5]) Während der Drucklegung obiger Arbeit erfahren wir, dass die Firma *Maihak* neuerdings auch Instrumente mit der gewöhnlichen Federbefestigung, also Schraubköpfen an beiden Enden der Feder, ausführt. Unsere oben geäusserten Bedenken gegen die Kugelgelenkverbindung müssen also wohl auch anderweitig der Firma gegenüber hervorgehoben sein. Bei diesen Indikatoren hat man ferner endlich die unbequeme Lagerung der Federn im Deckel der Instrumentenkästen verlassen und diese im Kasten selbst untergebracht, wo sie Beschädigungen weit weniger ausgesetzt sind.

[6]) D. p. J. 1900, Bd. **315**. 575.

[7]) Ein neuer totalisierender Indikator von *F. Hlawatschek*, Graz 1885.

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 75 d. Bd.)

Erzverladekran von Fredenhagen.

Fig. 132 bis 135 zeigen einen feststehenden Hochbahnkran von *Wilhelm Fredenhagen*, Offenbach a. M., der mit Selbstgreifer Erze aus dem Schiff hebt und in Eisenbahnwagen verlädt, welche unter dem Gerüstportal verkehren. Nutzlast und Greifer wiegen zusammen 5000 kg. Die Winde wird durch einen Motor von 35 PS getrieben, grosse Arbeitsgeschwindigkeiten sind daher nicht möglich, aber wegen der ziemlich bedeutenden Grösse der Einzelladung und der geringen Fahrlänge wohl auch nicht erforderlich.

Die Konstruktion stellt die einfachste Anordnung eines Hochbahnkranes dar, wie sie als Ersatz für Drehkrane für bestimmte örtliche Verhältnisse zweckmässig sein wird. An der Brücke, welche die beiden Türme verbindet, ist unten die aus I Eisen mit Schiene gebildete Fahrbahn für die Laufkatze aufgehängt, wie aus dem Schnitt Fig. 135 hervorgeht. Der auskragende Teil der Fahrbahnträger wird durch Zugstangen mit Spannschloss gehalten.

Entsprechend der Fig. 125, S. 73, ist das Hubseil über die 2 festen Rollen in der Katze und eine lose Rolle im Greifer zum Ende des Trägers geführt und dort befestigt, eine Anordnung, die bei der sehr geringen Fahrlänge nicht bedenklich, und ihrer Einfachheit wegen zweckmässig erscheint. Das Entleerungsseil läuft ebenfalls über eine lose Rolle im

Greifer, ist dann aber an der Katze selbst befestigt. Somit muss, wenn der Greifer geöffnet wird, das Fahrseil dem Zuge des Entleerungsseiles das Gleichgewicht halten, wird also in diesem Augenblicke ziemlich stark beansprucht. Es greift in bekannter Weise auf beiden Seiten der Katze an.

Letztere besteht aus zwei 12 mm starken Blechschilden, die durch Stehbolzen und die Achsen der Seil- und Laufrollen gegeneinander versteift und unten durch einen leichten ⊏ Eisenrahmen verstärkt sind. Kleine Führungsröllchen, die unter die Flansche des I Trägers greifen, wirken etwaiger Neigung der Katze zum Aufkippen entgegen. Die Seilrollen erscheinen mit 300 mm Durchmesser im Verhältnis zur Seilstärke reichlich klein, doch werden meistens im Interesse gedrängten Baues die Laufkatzenrollen klein gehalten. Die Rolle des Entleerungsseiles ist etwas grösser, sodass dieses zwischen den Strängen des Lastseiles frei hängen kann.

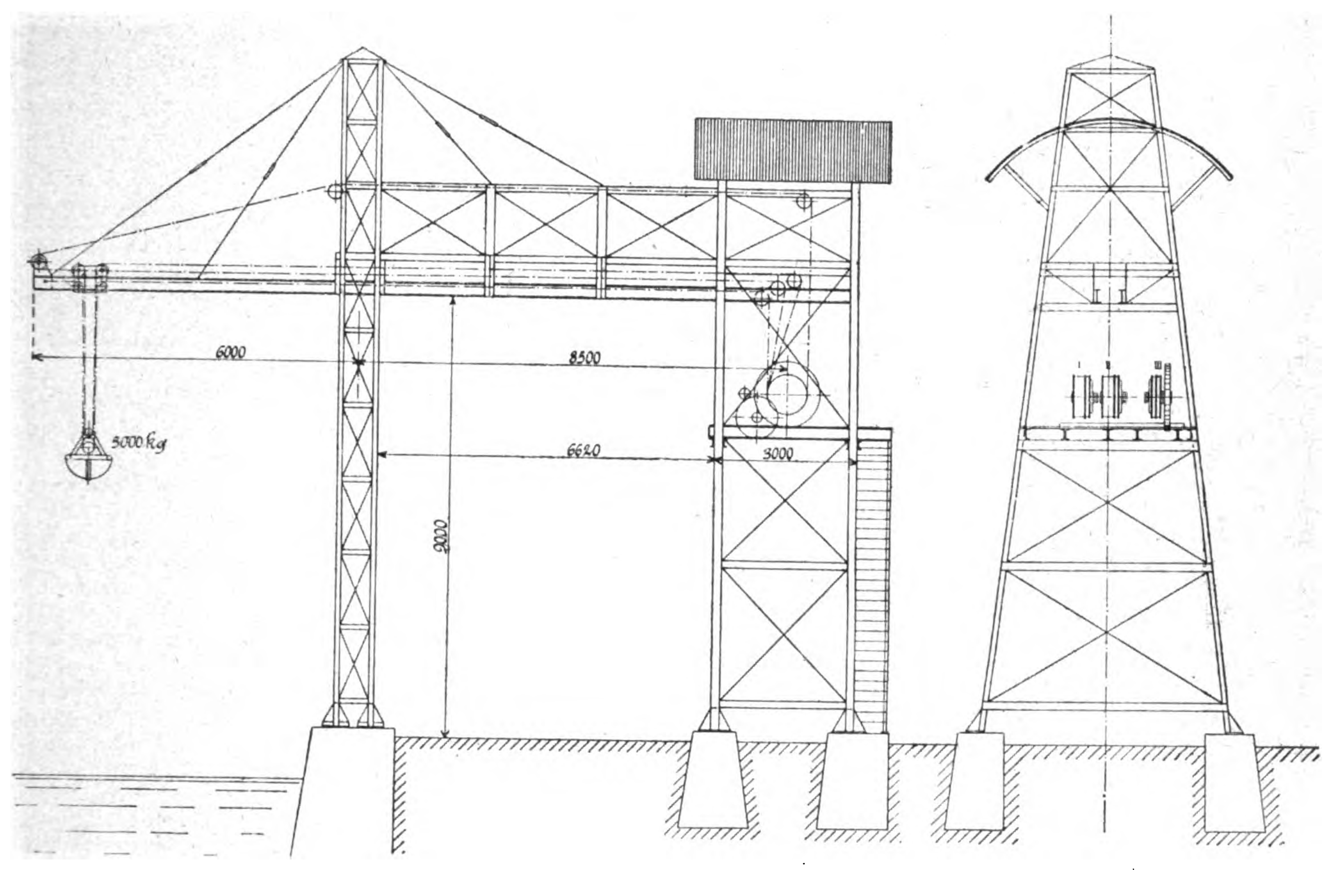


Fig. 132. Fig. 133.
Feststehender Hochbahnkran von Fredenhagen.

Aus Fig. 132 und 133 ist die Anordnung der Winde zu erkennen, die im landseitigen Turme steht. Auf der durchgehenden Welle ist links die Trommel für das Oeffnungsseil (*I*), in der Mitte die Hubtrommel (*II*), rechts die für das Fahrseil (*III*) angebracht. Alle drei laufen lose und werden durch Reibungskupplungen mit der Welle verbunden. Sie sind mit Bandbremsen versehen, die durch Gewichte festgezogen werden. Sobald eine Trommel durch den zugehörigen Handhebel eingerückt wird, lüftet eine auf der Hebelwelle aufgekeilte unrunde Scheibe das Bremsgewicht. Nur die Kupplung der Hubtrommel wird durch ein Handrad und die zugehörige Bremse durch einen besonderen Hebel bedient. In anderen Fällen findet man häufig Fusstritte für die Bethätigung der Bremsen, da die Anzahl der Hebel zu gross wird, wenn Bremsen und Kupplungen von einander unabhängig sein sollen.

Hochbahnkran von der Düsseldorfer Kranbaugesellschaft.

Die in Fig. 136 bis 138 dargestellte Anlage ist von der *Düsseldorfer Kranbaugesellschaft*, Düsseldorf-Oberkassel, für die *Schleswig-Holsteinischen Kokswerke* in Rade bei Rendsburg ausgeführt und für eine Förderleistung von 30 t Kohle in der Stunde bestimmt. Der Kran arbeitet mit einem durch Seil bethätigten Greifer von $1^1/_2$ cbm Fassung.

Die Fahrbahn für die Laufkatze besteht aus zwei mit den Flanschen nach aussen gerichteten ⊏ Eisen, auf deren unteren Schenkeln die Räder der Katze laufen. Man ist bei dieser Anordnung mit dem Laufraddurchmesser an die Höhe des Trägerprofils gebunden, hat aber den Vorteil, dass die ⊏ Eisen sehr einfach aufgehängt und versteift werden können, was hier durch eine Winkeleisenverkreuzung oberhalb der Träger geschehen ist. Die Fahrbahn wird getragen durch ein aus Walzeisen konstruiertes Gerüst, das auf vier Laufrädern ruht und seitlich geteilt ist, so dass der Greifer frei passieren kann. Die Plattformträger haben 600 mm Höhe und sind aus Blech und Winkeleisen genietet, während die Ständer aus kräftigen, gegen einander verstrebten Winkeln bestehen. Der Diagonalverband in horizontaler und vertikaler Richtung wird durch gelenkig angeschlossene Rundeisenstangen mit Spannschloss gebildet. Zugstangen gleicher Art tragen die auskragenden Teile der Fahrbahn und sichern sie gegen Schwankungen in horizontaler Richtung (Fig. 138). Der wasserseitige Ausleger kann in die punktiert gezeichnete Stellung aufgezogen werden, wenn die Schiffsmasten es erforderlich machen. Er ist daher im Punkte *A* mit Gelenk am Gerüst befestigt. Ebenso besitzt die Zugstange bei *B* ein Gelenk, so dass sie beim Aufziehen zusammenklappen kann, während das Seil *c* sich um die bei *A* angegebene Rolle herumlegt.

Die ganze Fahrlänge beträgt nur 28 m, und daher ist die Katzengeschwindigkeit mit 80 m/Min. sehr gering gewählt, während die Hubgeschwindigkeit — 40 m/Min. — verhältnismässig hoch ist. Für die mässige Fahrlänge erscheint die Anordnung des Hub- und Fahrwerks, die der Fig. 126, S. 73, entspricht, durchaus geeignet, zumal sie einen verhältnismässig einfachen und zweckmässigen Greifer anzuwenden gestattet.

Die Winde wird durch einen Elektromotor von 30 PS und 730 Umdrehungen angetrieben, der mit zwei Rädervorgelegen 1 : 5,2 und 1 : 3,5 auf die allen Trommeln gemeinsame Welle arbeitet. Die Hubseiltrommel *I* ist auf

diese Welle fest aufgekeilt und wird durch die Bremse auf der Vorgelegewelle gehalten, während die Trommel *II* für das Entleerungsseil und die Katzfahrtrommel *III*, die beide angegossene Bremsscheiben tragen, lose laufen und durch Reibungskupplungen eingerückt werden. Das Hubseil *a* läuft über Leitrollen auf dem Gerüst und am Trägerende zu der in der Katze untergebrachten Trommel, ebenso ist das doppelt ausgeführte Entleerungsseil *b* zur Katze geführt. Das Fahrseil *c* geht mit Rücksicht auf das Aufklappen des Kragträgers über eine Zwischenrolle *C* zum linken Trägerende und von da zur Katze. Die Winde steht seitlich auf der Plattform des Gerüstes, sodass die Seile ziemlich direkt schräg nach oben geführt werden konnten und nur durch kleine Führungsrollen (Fig. 137) in die Ebene der Leitrollen abgelenkt zu werden brauchten.

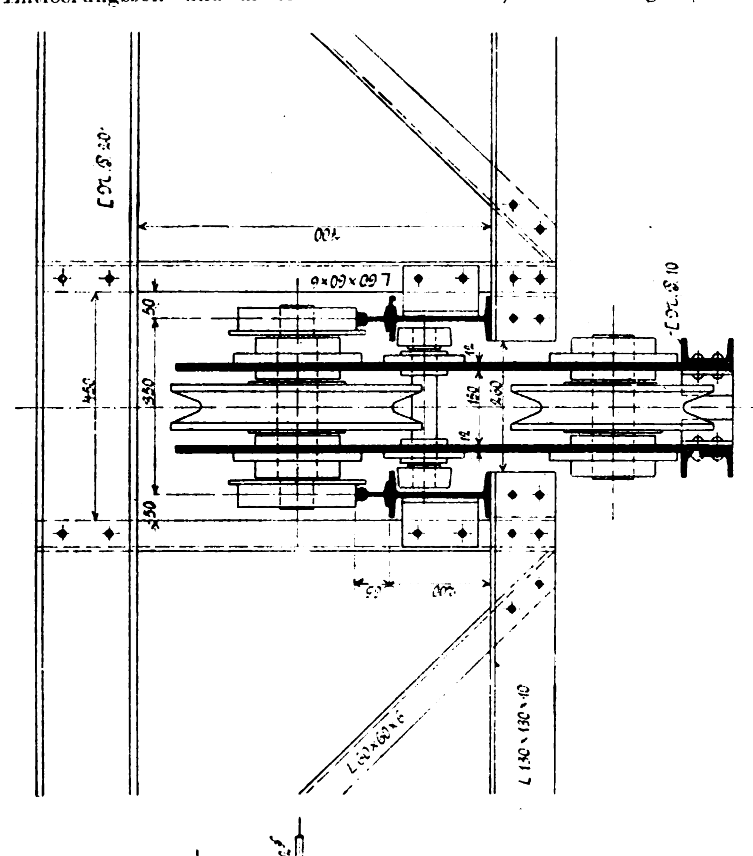


Fig. 135.

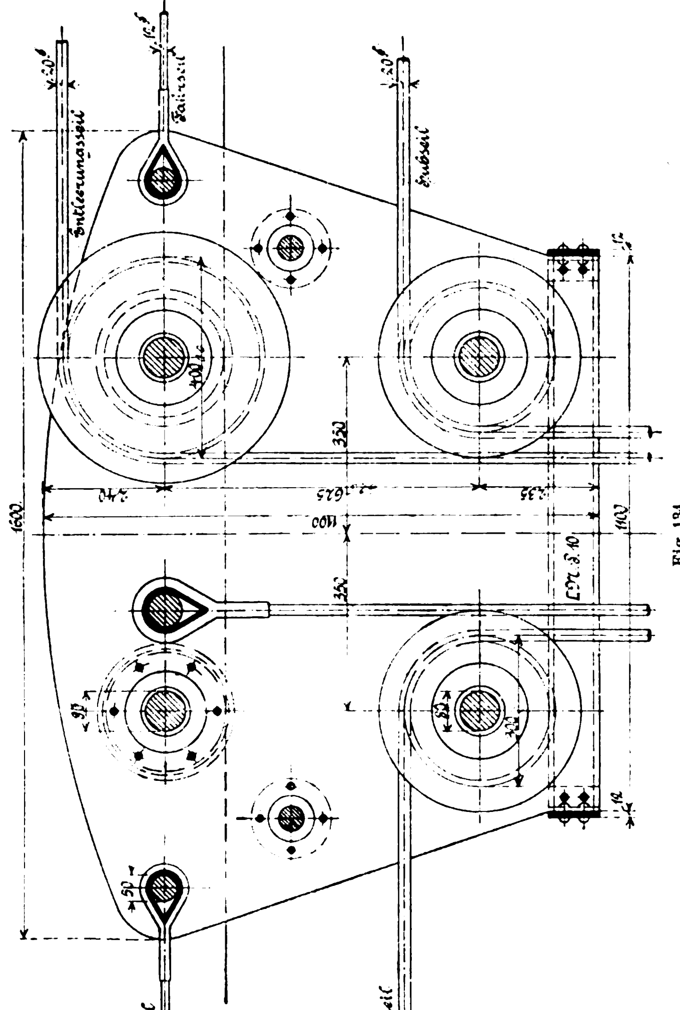


Fig. 134.

Laufkatze zum Hochbahnkran von Fredenhagen.

Fahr- und Hubseil erhalten den gleichen Zug. Gehoben wird die Last durch Aufwinden des Seiles *a*, nach rechts verfahren durch Anziehen von *a* und gleichzeitiges Nachlassen von *c*, nach links auf umgekehrte Weise. An die Stelle von *a* treten bei geöffnetem Greifer die Seile *b*.

Die Katze hat zwei Wangen aus Stahlguss, welche durch die fest eingeschraubten Rollenachsen zusammengehalten werden. Die innerhalb der **⊏** Eisen laufenden Räder sind fliegend auf die Achsen gesetzt. Das Hubseil *a* greift nicht direkt am Greifer an, sondern wirkt nur auf eine in den Katzenwangen gelagerte Trommel, mit der zwei andere Trommeln vom halben Durchmesser zusammengegossen sind. Diese Trommeln nehmen das Greiferseil *d* auf, das Hubseil *a* erhält somit den halben Lastzug. Zweck der Anordnung ist wohl der, das Greiferseil, das vermutlich schneller Abnutzung unterliegt und häufig ersetzt werden muss, vom eigentlichen Hubseil zu trennen. Ausserdem ist für den Greifer doppeltes Seil günstiger, da ein einfaches Seil sich leicht drehen und mit den Entleerungsseilen verschlingen kann, und weil der Flaschenzug sich bequemer symmetrisch ausführen lässt.

Die beiden Entleerungsseile *b* laufen über Leitrollen in der Katze und im Greifergestell und sind dann an der Katze festgemacht. Das Fahrseil greift an der Achse der Leitrollen *D* an und erhält, da es dem Hubseil entgegenwirkt, einen Zug gleich der halben Last.

Mit Rücksicht auf Schonung der Seile ist der Greifer so gebaut, dass die Rollen des Flaschenzuges, der die obere und untere Traverse beim Schliessen der Schaufeln zusammenzuziehen hat, möglichst gross werden und das Seil nur in einer Richtung gebogen wird. Jeder der beiden in Fig. 137 links und rechts gezeichneten Flaschenzüge hat 3 Rollen, von denen die beiden unteren auf einer Achse sitzen. Die mittleren Rollen sind am Gestell befestigt und nehmen das Entleerungsseil auf.

Alle Trommeln haben 650 mm Durchmesser. Somit ergiebt sich die Seilgeschwindigkeit:

$$c = \frac{730}{60} \cdot \frac{1}{5,2} \cdot \frac{1}{3,5} \cdot \pi \cdot 0,65 = 1,36 \, ^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{Sek.}}$$

Dies ist zugleich die Fahrgeschwindigkeit, während das Heben infolge der Uebersetzung in der Laufkatze nur halb so schnell, also mit 0,68 $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{Sek.}}$ geschieht.

Zum Einziehen des Auslegers ist eine zweite Winde vorhanden, die auf der anderen Seite der Plattform steht und durch einen Motor von 7,5 PS angetrieben wird. Das doppelt ausgeführte Seil greift an der Achse der vorderen Auslegerrolle an.

Der ganze Kran wird von Hand verfahren. Das aus der Zeichnung leicht erkennbare Fahrtriebwerk arbeitet auf eine durchgehende Welle, die zwei Laufräder antreibt. Zur

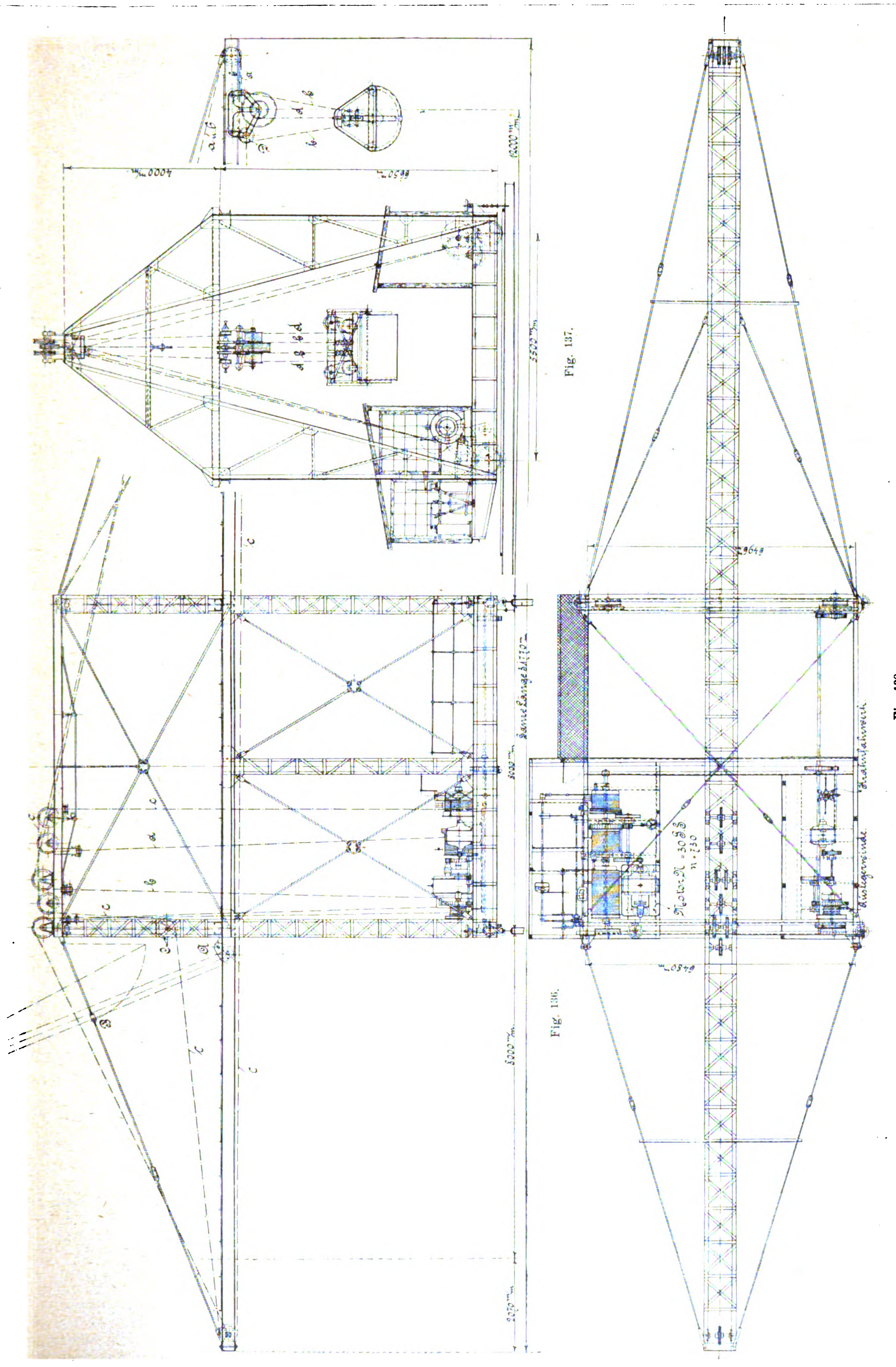


Fig. 137.

Fig. 136.

Fig. 138.
Hochbahnkran von der Düsseldorfer Kranbaugesellschaft.

Sicherung gegen Forttreiben durch Wind dienen Schienenklammern.

Ein besonders wichtiges Konstruktionselement bilden für alle hierher gehörigen Winden die Reibungskupplungen. Dadurch, dass man die Kupplung, statt auf eine Vorgelegewelle, wie früher üblich, jetzt mit Vorliebe auf die Trommelwelle setzt, ergiebt sich eine verhältnismässig einfache Anordnung für die Winde, doch sind entsprechend kräftige Kupplungen notwendig. Neben den einfachen Reibungskegeln amerikanischer Bauart finden sich wohl vor allem Spreizring- und Bremsbandkupplungen. Eine Konstruktion der ersten Art, zu einem Portalkran der Firma *Losenhausen* gehörig, ist auf S. 493, Bd. 317, in meinem Bericht über die Hebezeuge auf der Düsseldorfer Ausstellung beschrieben. Im Prinzip ähnlich, aber in der Ausführung vollständig verschieden ist die in Fig. 139 und 140 dargestellte Kupplung der *Düsseldorfer Kranbaugesellschaft*[1]). Der gusseiserne Ring, der in einem mit der Trommel zusammengegossenen Kranz schleift, wird gespreizt durch zwei gelenkig angeschlossene Bolzen A mit entgegengesetztem Gewinde, die sich bei Drehung der Rotgussmutter B einander nähern oder auseinander gehen. Die verschiebbare Hülse C greift an der Mutter mittels zweier nachstellbarer Gabelstücke an. Von der Welle aus wird der Schleifring mitgenommen durch eine darauf festgekeilte Stahlgusstraverse D, die sich gegen Vorsprünge des Ringes legt. Im nicht eingerückten Zustande drücken zwei Federn den Ring gegen die Anlegeflächen der Traverse und verhindern so, dass er auf der dem Schlitz gegenüberliegenden Seite schleift, während er in der Richtung senkrecht dazu durch die beiden Schrauben gleichmässig zusammengezogen wird. Darin, dass der Ring sicher gelöst und nach beiden Seiten in vollkommen gleicher Weise gespreizt wird, ist wohl neben der Einfachheit der Anordnung ein Vorzug gegenüber den Kupplungen zu erblicken, die den Ring durch einen Keil auseinandertreiben.

Fig. 139. Fig. 140.

Spreizringkupplung der Düsseldorfer Kranbaugesellschaft.

[1]) D. R. G. M.

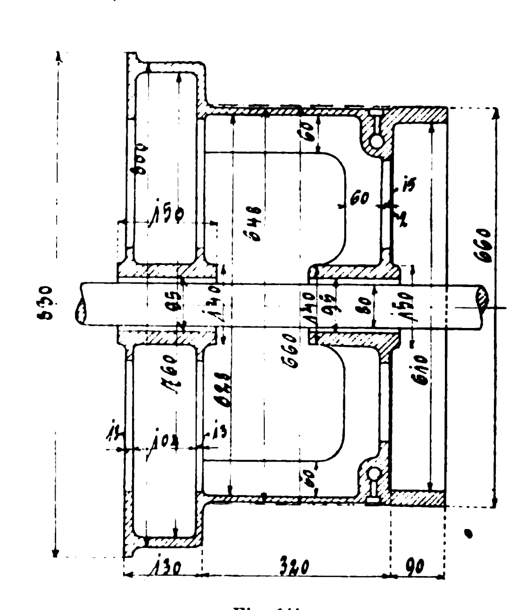


Fig. 141.

Fahrseiltrommel zum Hochbahnkran der Düsseldorfer Kranbaugesellschaft.

Fig. 141 zeigt die ganze Trommel, an die ausser dem Kuppelkranz auch die Bremsscheibe angegossen ist. Die Naben sind mit Rotguss ausgebuchst. (Fortsetzung folgt.)

Die Entwicklung der Glasblasemaschine.

Von Dr. **Wendler**, Charlottenburg.

In den letzten Jahren hat die Frage des maschinellen Glasblasens auch in Deutschland praktische Bedeutung gewonnen. Die Zahl der im Gebrauch befindlichen Maschinen vermehrt sich beständig und ebenso das Interesse, welches die Technik, insbesondere die Glastechnik, dieser Maschine zuwendet. Nicht gering ist die Zahl derer, welche von der Einführung der vorhandenen Maschinen in der Praxis berührt werden, sowie derer, welche die Bemühungen um die Verbesserung des maschinellen Glasblasens fortsetzen. Beiden mag es vielleicht erwünscht sein, an dieser Stelle einen Ueberblick über das bisher auf diesem Gebiete Geleistete zu erhalten. Ein solcher Ueberblick ist unseres Wissens in einigermassen vollständiger Form bisher nicht gegeben worden, und auch durch Zurückgreifen auf die Quelle, d. h. die Patentlitteratur, bei deren ganz beträchtlichem Umfange, nicht leicht zu gewinnen.

Wie gross die auf diesem Gebiete geleistete, erfinderische Arbeit ist, mag daraus entnommen werden, dass die ersten Versuche das Problem des Glasblasens zu lösen, mindestens 30 Jahre zurückliegen. Wie gross die zu überwindenden Schwierigkeiten sind, davon redet ferner die Thatsache, dass selbst in Amerika, das in der Ausbildung der neuen Technik die Führung ergriffen, die industrielle Ausbeutung des neuen Arbeitsverfahrens noch nicht ein Jahrzehnt alt sein dürfte, dass vielmehr das Handwerk des Glasblasens bis in die letzte Zeit der Mechanisierung, die fast alle Gebiete der Technik ergriffen, im Grossen Ganzen Widerstand geleistet hat.

Die nachstehende Uebersicht soll eine Art Entwickelungsgeschichte, natürlich nur in grossen Zügen, zu geben versuchen, indem die augenblicklich im Gebrauch oder in der Einführung befindlichen verschiedenartigen Maschinen möglichst bis in ihre Anfänge zurückverfolgt werden sollen. Da für die ältere Litteratur eine übersichtliche Registrierung nicht vorliegt, so mag vielleicht ein hier als erster bezeichneter Versuch nicht der wirklich allererste sein. Wohl aber dürfte die dargestellte Entwickelung der Wirklichkeit entsprechen.

Vergegenwärtigen wir uns in aller Kürze die Herstellung eines Glashohlkörpers durch den Glasbläser. Durch wiederholtes Eintauchen der Pfeife in das geschmolzene Glas wird eine zur Herstellung des zu erzeugenden Glaskörpers ausreichende Menge Glases aufgenommen (das Aufnehmen). Darauf wird durch kurzes Einblasen von Luft in den „Glasposten" die innere Höhlung vorgebildet; die Glasblase wird an der Pfeife in eine flache schalenartige Form, die Motz, eingelegt, und ihr durch Drücken, Drehen, Stauchen und Ausziehen und ähnliche Handgriffe, unter immer wiederholtem kurzen Einblasen, eine vorläufige Gestalt gegeben, welche als „Külbel" bezeichnet wird (die Motzarbeit). Soll ein Körper von langestreckter, z.B. Flaschenform, erhalten werden, so lässt man das Külbel unter seinem eigen Gewicht, unterstützt durch Schwingen der Pfeife, sich strecken. Ausser der vorläufigen Formgebung hat diese Zwischenarbeit den sehr wichtigen Zweck, die Wandstärke und die von der Temperatur abhängige Dehnbarkeit des glühenden Glases auf der ganzen Umfläche des Külbels so auszugleichen, dass bei der dritten Arbeitsstufe, dem Fertigblasen, ein Glaskörper von möglichst gleichmässiger Wandstärke und ohne innere, aus ungleicher Abkühlung entspringende Spannungen erhalten wird. Diese dritte Arbeitsstufe besteht nun einfach darin, dass das Külbel in eine Form mit den endgiltigen Abmessungen eingehängt und darin bis zur Ausfüllung der Form aufgeblasen wird.

Unter den Maschinen, welche die Nachbildung des eben beschriebenen, grosse Handfertigkeit und körperliche Ausdauer voraussetzenden Arbeitsvorganges bezwecken, kann man drei Hauptgruppen unterscheiden: 1. die Fertigblasemaschinen, 2. die Press- und Blasemaschinen und 3. die Giess- und Blasemaschinen oder Flaschenblasemaschinen. Die Maschinen der ersten Gruppe führen nur die dritte der oben unterschiedenen Arbeitsstufen, das Fertigblasen, aus. Ihre Entwickelung sei zunächst verfolgt.

Die ältesten Versuche, Glas mit mechanischen Mitteln fertig zu blasen, beschränken sich darauf, das Fertigblasen mit der Kraft der Lungen zu ersetzen durch Blasen mittels Pressluft. Sie sind wahrscheinlich noch erheblich älter als die amerikanische Patentschrift 89 127 aus dem Jahre 1869, in welcher vorgeschlagen wird, eine Pressluftleitung um den Ofen zu legen und an jedem Arbeitsplatz ein mit Ventil versehenes Mundstück von solcher Einrichtung abzuzweigen, dass beim Einsetzen der Pfeife (an welcher das fertig bearbeitete Külbel hängt) in das Mundstück das Oeffnen des Ventils und das Fertigblasen durch die eindringende Pressluft bewirkt wird.

Etwas weiter geht ein recht unbeholfen aussehender Versuch des englischen Glastechnikers *Armstrong* (Britische Patentschrift 16 268 von 1886), der mehrere Glasbläserpfeifen an einem durch den Glasbläser zu handhabenden (also z. B. auch in den Ofen einzuführenden!) Gestell in solcher Weise vereinigt, dass sie mit einer Kurbelscheibe gemeinschaftlich von Hand gedreht und aus einer Luftkammer des Gestells, welche durch einen Schlauch mit der Pressluftleitung verbunden wird, gemeinschaftlich mit Luft gespeist werden können. Wenn derselbe Erfinder, um dem Glasbläser das schwerfällige Gestell wenigstens während des Blasens aus der Hand zu nehmen, in der deutschen Patentschrift 46 704, ein besonderes Gerüst vorsieht, in welches das mit Glas beschickte Pfeifengestell so eingesetzt werden kann, dass jede Pfeife sich oben an eine Pressluftdüse und unten an eine Form anschliesst, so stellt auch diese Fertigblasemaschine mit mehrfacher Wirkung kaum mehr als ein Kuriosum vor.

Die erste, klar gedachte Fertigblasemaschine, mit einfacher Wirkung und in der einfachsten Gestaltung, dürfte die von *Rylands* und *Stoner* (brit. Patentschrift 1431 von 1887) sein. Wenn das Külbel an der Pfeife *2* (vgl. Fig. 1) zum Fertigblasen bereit ist, wird die zweiteilige Form *T* mit dem Handhebel *6* aufgeklappt, das Külbel in dieselbe eingehängt und mittels des Tritthebels *3* die Ventildüse *S* mit dem Gummimundstück S^1 auf das obere Ende der Pfeife aufgesetzt. Das obere Ende der Pfeife stösst das Ventil S^6 auf, sodass die

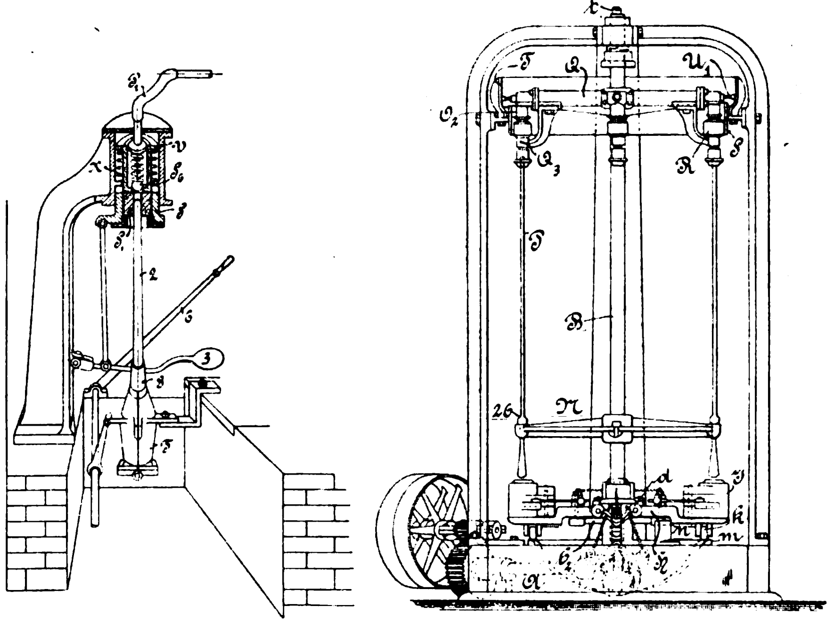


Fig. 1. Fig. 2.

durch P^1 zugeführte Pressluft in die Pfeife und den Glaskörper eintritt. Die Feder x hebt nach vollendeter Blasarbeit die Düse S wieder an. Dass die Zeitersparnis mit dieser Vorrichtung nicht erheblich sein kann, leuchtet ohne weiteres ein, da letztere im Grunde nichts weiter ist, als das vorher längst bekannte Formtretwerk, vereinigt mit der Pressluftzuführung. Man kann daher wohl sagen, dass diese Maschinenart erst praktisch brauchbar wurde, als der Amerikaner *Owens* 1894 sie für mehrfache Wirkung einrichtete (am. Pat. 534840). Wir übergehen die erste etwas primitive, aber schon alle wesentlichen Merkmale des Typus aufweisende Erscheinungsform dieser Maschine, da sie bald durch eine besser durchdachte desselben Erfinders ersetzt wurde, die auch in Deutschland *Owens* und *Libbey* geschützt wurde. (D. R.-P. 91512, am. Pat. 548588.) P (Fig. 2) sind die Glasbläserpfeifen, welche mit Glas beschickt in die Presluftdüsen Q_3 eingesteckt werden, sodass das Külbel am unteren Pfeifenende von der zugehörigen Form J umschlossen werden kann. Dabei wird die Pfeife am Knauf 26 von einer Gabel am Arm N gehalten. Die Pressluft wird durch die Leitung t, den oberen hohlen Teil der Welle B und den Arm Q zur Düse Q_3 geführt. Mehrere Sätze der bisher beschriebenen Teile, hier z. B. vier, sind an der sich drehenden Welle B so angeordnet, dass sie im Kreise umlaufen und dass die Arbeitsbewegungen der Blasevorrichtungen während des Kreislaufs selbstthätig erfolgen. Links wird die mit Glas beschickte Pfeife eingehängt, worauf eine exzentrische Anlaufschiene b^2 das Schliessen der Form C veranlasst und eine Anlaufschiene T das Ventil U^1 öffnet, welches den Durchgang der Pressluft von dem Arm Q nach Q^3 beherrscht. Hierdurch erfolgt das Aufblasen des Glaskörpers, während die Formvorrichtung den hinteren Halbkreis durchläuft. Gleichzeitig erfährt die Düse Q^3, welche drehbar in der Muffe Q^2 steckt, durch Abwälzen des Zahnrades oder der Reibungsrolle R an der Fläche S Umdrehung, sodass auch Pfeife und Glaskörper in der Form J gedreht werden. Rechts angekommen, wird die Form durch die Anlaufschiene n geöffnet. Der Formträger H, welcher bei d an der Achse B angelenkt ist und mit einer Rolle k auf der Bahn m läuft, gleitet nun auf einer Senkung von m so nieder, dass die Form J in den Wassertrog A eingetaucht und abgekühlt wird. Während dessen ist in den drei anderen Blasevorrichtungen der Reihe nach je ein Werkstück in Arbeit genommen.

Die Fertigblasemaschinen sind im späteren vielfach abgeändert und verbessert worden, und zwar in erster Linie durch die schon genannten Erfinder, denen sich neuerdings noch der Amerikaner *Colburn* mit einer Reihe neuer Konstruktionen angeschlossen hat. Die Verbesserungen beziehen sich einmal auf die Luftzuführung, welche man der Art des Blasens durch den Glasbläser feiner anzupassen sucht, indem man die Pressluft nicht in gleichmässigem Strom, sondern in abgestufter Weise zuführt. Ferner hat man die Vielzahl der Sätze von Blasevorrichtungen in verschiedener Weise zu einer mehrfachen Maschine zusammengeordnet. Originell ist eine neuere Konstruktion von *Colburn* (amerik. Patent 620 642 von 1899, D. R.-P. 120 423 von 1901), bei welcher alle einzelnen Arbeitsvorgänge aufs Genaueste der besonderen Art des herzustellenden Glasgegenstandes angepasst werden können.

Die Maschine (Fig. 3) ist auf einem fahrbaren Gestell aufgebaut, welches vom Motor a fortbewegt und dabei mit dem Handrad b gesteuert werden kann. Infolge der oblongen Gestalt des Gestells können mehrere Maschinen, ohne sich zu hindern, vor nebeneinanderliegenden Ofenplätzen aufgestellt werden. Das Ende, an welchem die Pfeife mit dem fertig bearbeiteten Külbel c eingehängt wird, ist dem Ofen zugekehrt, am äusseren Ende wird die fertige Flasche d entnommen. Ihre Fertigstellung vollzieht sich während der Fortbewegung der Blase- und Formmechanismen von c nach d. Es laufen nämlich auf endlosen Geleisen der Plattformen e und f Wagen g um, welche durch Stangen h paarweise verbunden und vom Motor a durch Seiltriebe i, k in Umlauf versetzt werden. Die unteren Wagen g tragen rasch kreisende Schablonen v, welche zusammen mit dem Formboden w die Form des sich ausdehnenden Glaskörpers begrenzen; unter dem Einfluss einer den unteren Geleisen parallelen Anlaufschiene weichen sie auf der Fahrt von c nach d und während des Kreisens vor dem sich allmählich aufblasenden Glaskörper zurück.

Von der sich drehenden Welle x aus, wird den oberen Wagen durch Schläuche l Pressluft und durch mit l verbundene Leiter elektrische Energie zugeführt. Die Pressluft wird den Muffen m zugeführt, welche das obere Ende der Pfeifen y aufnehmen; der Pressluftstrom wird durch ein bei c und d mittels Anschlags selbstthätig geöffnetes und geschlossenes Ventil beherrscht. Die elektrische Energie wird dem Motor n zugeführt, welcher die Pfeifenmuffe m unmittelbar und die Schablonen auf dem unteren Wagen durch die Achse o dreht. Längs des oberen Geleises laufen drei Anlaufschienen, von denen die eine p den Rheostaten q steuert und dadurch die Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors, also auch des Glaskörpers und der Schablonen (gegensinnig zum Glaskörper kreisend) in geeigneter Weise während eines Blasvorganges ändert. Die zweite Anlaufschiene hebt die Muffe m nebst Pfeife allmählich an, da der Glaskörper während des Blasens auch in der Länge wächst. Die dritte Anlaufschiene endlich steuert ein Entlastungsventil, welches einen bemessenen Teil der Pressluft aus der Muffe m zu entlassen gestattet, sodass der Druck der dem Glaskörper zuströmenden Pressluft geändert werden kann, in gleicher Weise, wie der mit dem Munde blasende Glasmacher in gewissen Fällen stossweise oder mit sonst abgestufter Kraft bläst. Alle Anlaufschienen sind leicht auszuwechseln, falls ein anderer Gegenstand geblasen werden soll, welcher abweichende Steuerungen erfordert. Die leeren Wagen durchlaufen einen Tunnel r, in welchem sie durch einen Wasserregen gekühlt werden. Der Kühlwasserbehälter s wird durch eine Pumpe t fortlaufend aus dem Sumpf u gespeist.

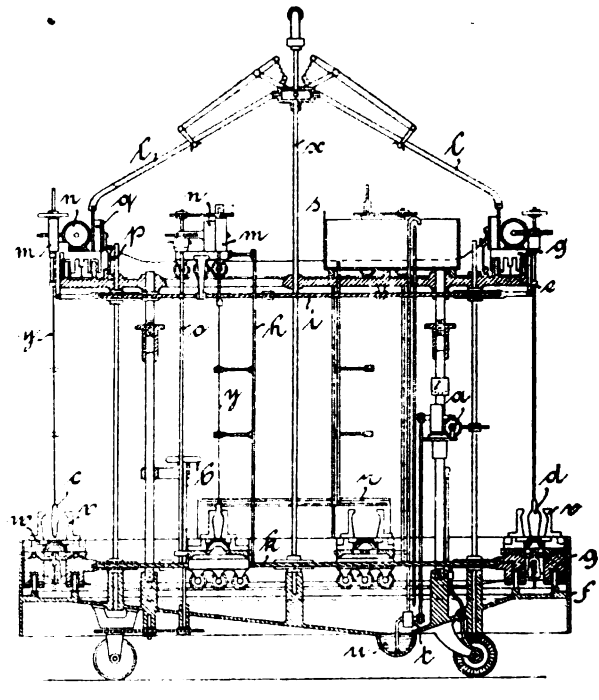


Fig. 3.

Von *Colburn* rühren auch neuere Konstruktionen von Maschinen mit einfacher Wirkung her, sowie solche, bei denen mehrere Einzelmaschinen mit gemeinschaftlichem Antrieb, aber besonderer Ausrückung in Reihe zu einer mehrfachen Maschine zusammengeordnet sind, die also von je einem vor und hinter der Reihe hin- und hergehenden Arbeiter beschickt bezw. entleert werden. Fig. 4 zeigt nach der Zeitschrift Scientific American (Jahrg. 1902) eine im Betriebe befindliche Maschine der in der Patentschrift 91512 beschriebenen Art. Aus dem Umstande, dass die englischen (und deutschen) Patente für die neueren *Colburn*schen Maschinen von einer englischen Gesellschaft, *Automatic Glass Blowing Patents Syndicate* in West Bromwich, genommen wurden, scheint hervorzugehen, dass auch in England die Einführung dieser Maschinen in die Praxis ins Werk gesetzt ist oder werden soll. In Deutschland scheint ein mehr als versuchsweiser Gebrauch nicht stattgefunden zu haben.

Wegen der niederen Arbeitslöhne dürfte der in Deutschland bestenfalls mögliche Gewinn kein so beträchtlicher werden wie in Amerika. Dies hängt mit dem Wesen der Fertigblasemaschinen eng zusammen, dass sie eben nur den letzten und kürzeren Teil der Blasearbeit übernehmen können.

Anders bei der zweiten Gruppe von Maschinen, den ***Press- und Blasemaschinen***, welche den Glaskörper aus der geschmolzenen, noch formlosen Glasmasse unmittelbar herstellen, allerdings in einer von der Mundbläserei weit abweichenden Weise. Die gesamte Handarbeit bis zur Gewinnung des zum Aufblasen fertigen Külbels wird durch einen Pressvorgang ersetzt; das gepresste Külbel, wenn man diese Bezeichnung auf den Zwischenkörper anwenden darf, wird an der Mündung durch einen Deckel, Stempel oder dergl. mit Pressluftzuführung abgeschlossen und nun das gepresste Külbel in die durch eine Fertigform vorgestellte vollendete Gestalt aufgeblasen. Dies der Grundgedanke aller Press- und Blasemaschinen, welcher sich, wie man sieht, aus einer älteren Arbeitsweise, dem Glaspressen entwickelt hat. Einer der frühesten, wenn nicht der erste in der Litteratur niedergelegte Versuch einer solchen Maschine ist die in der amerikanischen Patentschrift 139993 von 1873 beschriebene Maschine der Amerikaner *James S. und Thomas B. Atterbury* in Pittsburg, der man die Abstammung von der Glaspresse noch anzusehen vermeint. Fig. 5 zeigt die Anordnung für Herstellung eines Kruges mit Henkel. In die Fertigform A wird ein falscher Boden B von unten eingeschoben, welcher den Halsteil der Form unten abschliesst. In den so gebildeten Raum wird geschmolzenes Glas x eingebracht, der übliche Pressring C aufgesetzt und durch dessen Oeffnung der Pressstempel D niedergeführt, sodass Hals und Henkel des Kruges gebildet und das überschüssige Glas an dem Zwischenkörper einen dicken Boden bildet. Darauf wird der Boden B entfernt und jener Glasboden in der Form A zum Bauch des Kruges ausgeblasen, was aber, wie noch später begreiflich werden wird, praktisch nur schwierig auszuführen ist.

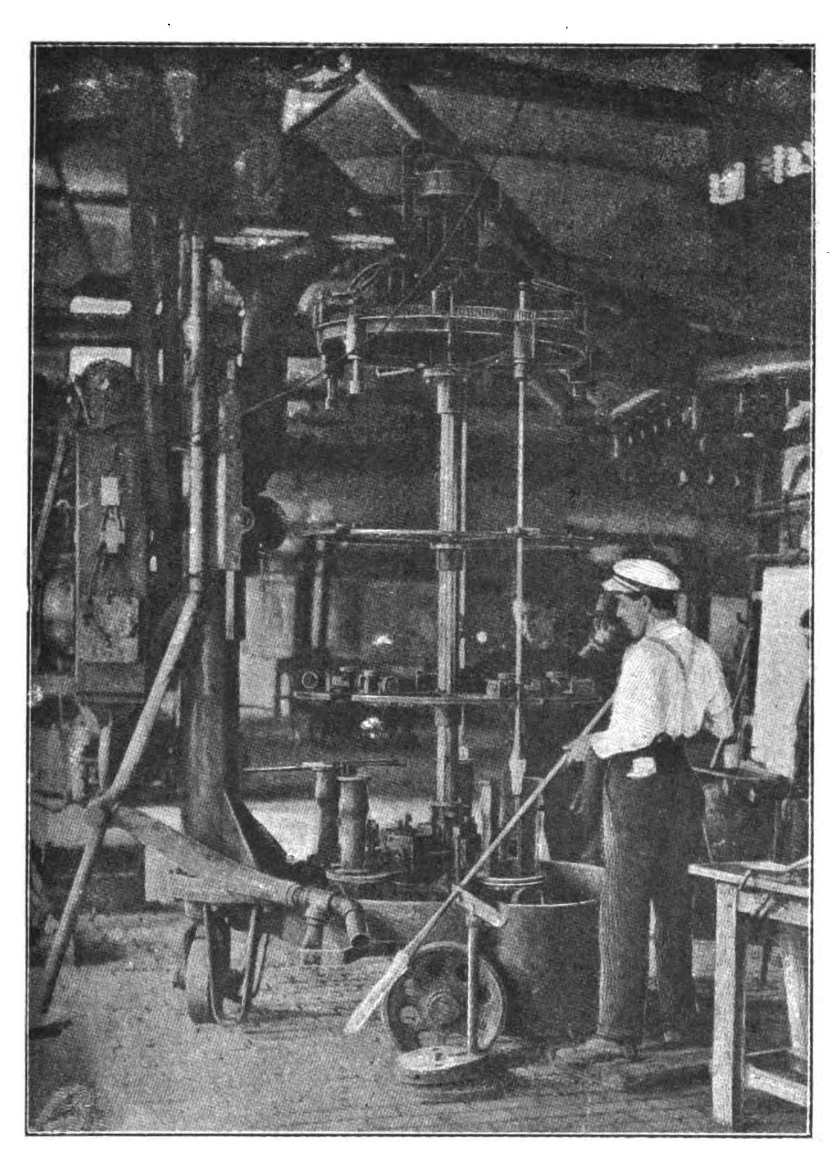


Fig. 4.

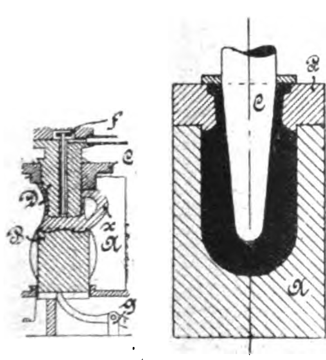


Fig. 5. Fig. 6.

Einen Schritt weiter thut *Arbogast*, ebenfalls in Pittsburg 1881 (amerik. Patent 260 819), indem er das Pressen in der Form A vornimmt (vergl. Fig. 6), danach diese Form und den Pressstempel C entfernt und den nunmehr frei in der Halsform B hängenden Zwischenkörper mit einer besonderen Fertigform umschliesst, auf die obere Mündung einen Blasestempel aufsetzt und mit der durch letzteren zugeführten Pressluft den Zwischenkörper aufbläst. Der Fortschritt liegt darin, dass der Glaskörper durch den Pressvorgang bereits seiner ganzen endgiltigen Erstreckung nach so weit vorgebildet wird, dass die durch Blasen zu bewirkende Volumenzunahme eine möglichst geringe und nach allen drei Richtungen möglichst gleiche ist oder sich in der Hauptsache auf die ausladenden Teile des fertigen Glasgefässes beschränken kann. Da die Pressluft auf alle Teile der durch Pressen hergestellten Külbelwand mit gleicher Kraft wirkt, wird die an jeder Stelle erzielte Ausdehnung von dem Zähigkeits- bezw. Temperaturgrade der Glaswandung abhängen. Es ist klar, dass eine gleichmässige Wärmeverteilung um so leichter eintreten wird, je geringer und je gleichmässiger die durch Pressen hergestellte Dicke der Glaswandung ist und dass eine ungleichmässige Ausdehnung umsoweniger zur Entstehung dünner Wandstellen in dem die Fertigform ausfüllenden Glaskörper führen kann, je geringer der Betrag der Ausdehnung beim Blasen überhaupt ist. Zu beachten ist bei dem *Arbogast*schen Vorschlag noch die Trennung von Kopf- und Körperform, welche für eine grosse Anzahl späterer Konstruktionen typisch geworden ist. An der Kopfform wird der Zwischenkörper während des Austausches der Körperformen gehalten. Diese Anordnung einer besonderen Kopfform führt immerhin zu Mehrarbeit bei der Bedienung, und bei rasch arbeitenden Maschinen mit mehrfacher Wirkung zu einer Verwickelung des Baues, indem ausser der Press- und Blaseform noch eine dritte, nötigenfalls in vielfacher Anzahl an einer Maschine anzuordnen, fortzubewegen, zu öffnen und zu schliessen ist u. s. f.

Eine Unzahl von Varianten beziehen sich auf die möglichst zweckmässige und handliche Zusammenordnung dieser drei Formen mit Press- und Blasewerkzeugen. Aber gerade die verbreitetsten Systeme weisen eine andere, von dem Engländer *Windmill* (brit. Patentschrift 8526 v. J. 1886) vorgeschlagene Einrichtung auf (Fig. 7). Die Pressform a ist von unten in die Fertigform b eingeschoben, deren oberer Rand in einer Nut l_2 den Kopf des entstehenden Glaskörpers aufnimmt. Nachdem die Pressform von oben mit geschmolzenem Glase beschickt, durch Niederdrücken des Stempels k die Pressung vollzogen und der Stempel wieder entfernt ist, wird die Pressform durch den Handhebel d nach unten aus der Fertigform herausbewegt, in welcher nun der gepresste Glas-

sack frei hängt, gehalten durch den in der Nut l_2 sitzenden Rand. Es ist nur noch nötig, den Boden *s* so zu verschieben, dass er die Fertigform *b* unten abschliesst und oben einen Deckel mit Pressluftzuführung aufzusetzen, um den Glaskörper durch Blasen zu vollenden.

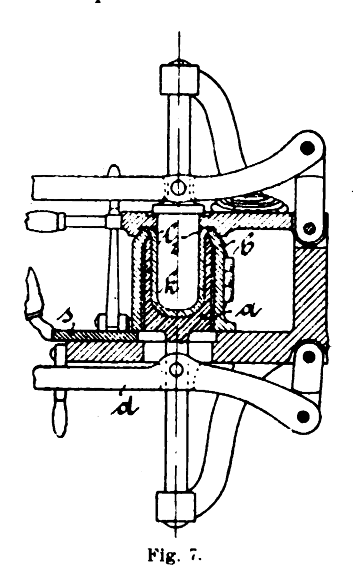


Fig. 7.

In der eben geschilderten, von *Windmill* angegebenen Weise ist auch die in Deutschland bereits ziemlich verbreitete Press- und Blasemaschine des Amerikaners *Blue*[1]) eingerichtet (Deutsche Patentschrift 102845, erschienen 1899). Nach dem *Windmill*-schen Gedanken ist auch eine beträchtliche Anzahl von Maschinen mit mehrfacher Wirkung konstruiert worden. Vielfach findet sich die Einrichtung, eine Mehrzahl von Pressformen und von Blaseformen auf je einem sich drehenden Tische kreisen zu lassen. Die Tische stehen so, dass ihre Umfänge sich berühren. An dieser Berührungsstelle wird je eine Press- und eine Blaseform zur Zusammenarbeit in der oben geschilderten Weise gebracht. Es sind auch völlig selbstthätig arbeitende Maschinen dieser Art konstruiert worden. Die Fig. 8 und 8a zeigen eine von

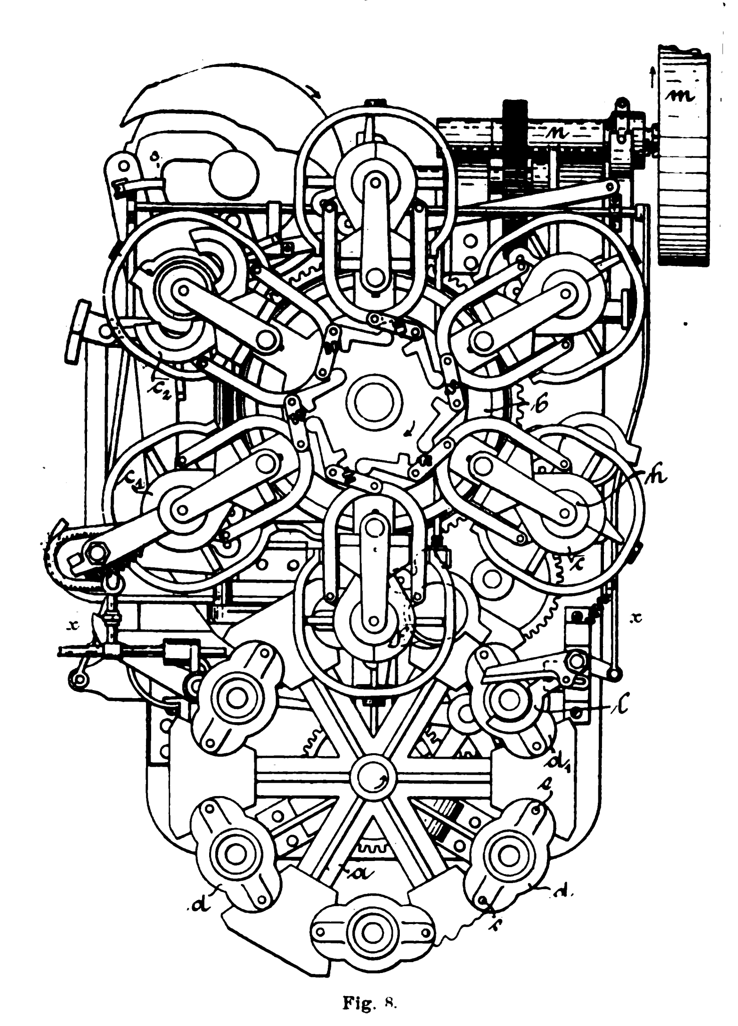


Fig. 8.

dem Amerikaner *Pyle* herrührende, selbstthätig arbeitende Maschine (Oesterreichische Patentschrift 4812). Fig. 8

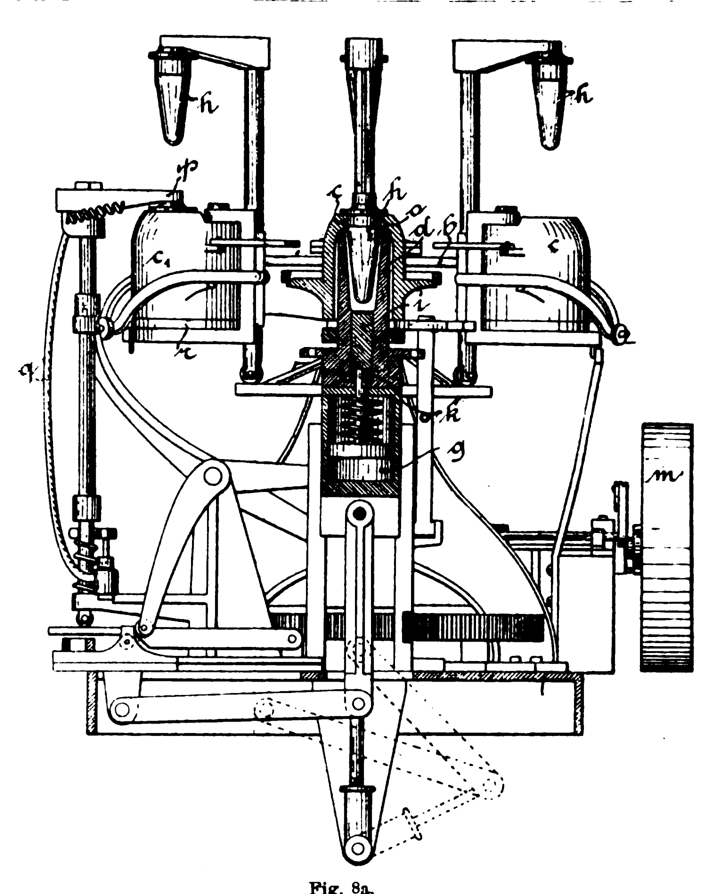


Fig. 8a.

ist eine Draufsicht, Fig. 8a ein Schnitt nach *x x* der Fig. 8. *a* ist der die Blaseformen, *b* der die Pressformen

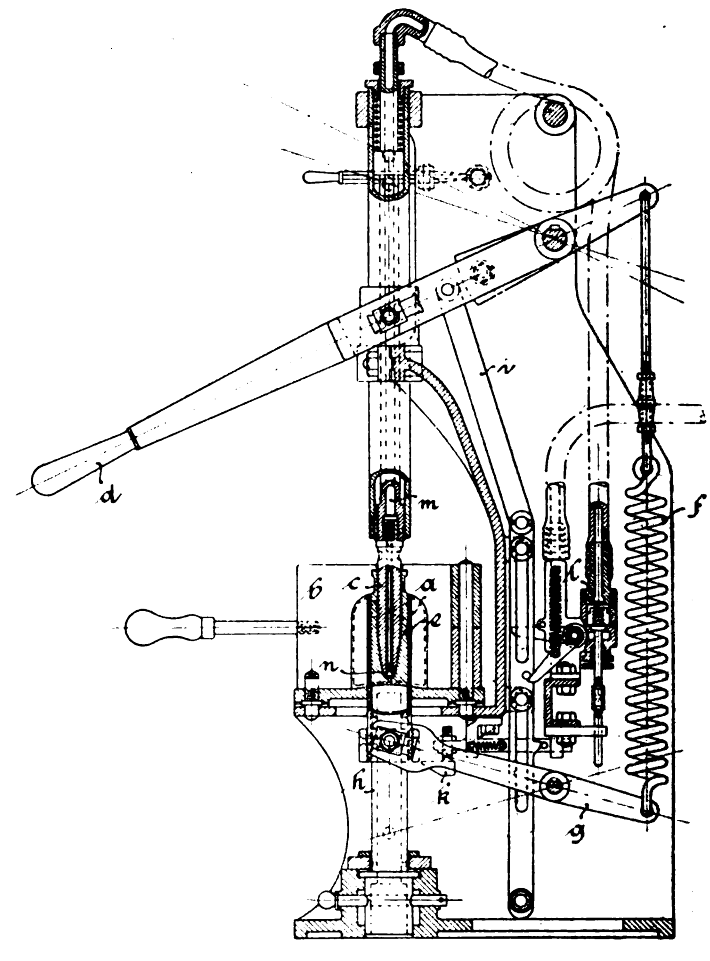


Fig. 9.

tragende Tisch; jener dreht sich im Uhrzeiger-Sinne, dieser entgegengesetzt. *c* (c^1, c^2) sind die 6 Blaseformen, *d* (d^1)

[1]) Anm. Ein näheres Eingehen auf die *Blue*sche Maschine unterbleibt, weil diese Maschine demnächst in einem besonderen Aufsatze behandelt wird.



die 6 Pressformen, welche mit Ohren *e* auf je zwei senkrechten Führungsstangen auf und ab verschiebbar sind. Wenn bei *f* eine mit Glas beschickte Pressform unter einer Blaseform steht, befindet sich die Pressform über einem Druckluftzylinder *g* (Fig. 8a), welcher in diesem Augenblicke angehoben wird und die Pressform in die in Fig. 8a gezeichnete Stellung im Innern der Blaseform *c* emporhebt. Der Pressvorgang erfolgt also bei dem von *Windmill* (s. o.) angegebenen Zusammenspiel der Press- und Blaseform, aber in andrer eigenartiger Weise. Zunächst senkt sich nämlich von oben eine der Kernformen *h* in die Pressform ein, wird in dieser Stellung verriegelt und nun erfolgt die Pressung, indem in den Zylinder *g* (Fig. 8a) Druckluft eingeführt wird, sodass durch den Kolben *h* ein beweglicher Einsatz *i*, welcher bis dahin auf dem Grunde einer zylindrischen Vertiefung *k* des Pressformunterteils aufsass, empor gestossen und durch diesen Einsatz das Glas um den Formkern *h* herumgepresst wird. Die Arbeit mit der Maschine verläuft in der Weise, dass die bei d^1 stehende Pressform mit Glas beschickt wird, welches von der Pfeife durch die scheerenartige Vorrichtung *l* abgeschnitten wird. *l* wird durch einen Tritthebel bewegt, welcher gleichzeitig die Riemenscheibe *m* mit der Welle *n* kuppelt und dadurch die Maschine einrückt. Die Tische *a* und *b* machen jeder eine $^1/_6$ Umdrehung, bleiben stehen; die Pressform *d* steigt auf, der Kern *h* geht nieder, die Pressung wird durch den Einsatz *i* bewirkt. Darauf hebt sich *h*, während *g*, niedersinkend, den gepressten Zwischenkörper mit dem Randwulst in einer Nut *o* der Blaseform aufgehängt zurück lässt. Die Maschine rückt sich nun selbst aus, wird aber durch Einschneiden von Glas in die nächste Pressform bei d^1 wieder eingerückt, sodass der Zwischenkörper in der Blaseform um einen weiteren $^1/_6$ Kreis nach c^1 wandert, dort durch die deckelförmige Mündung *p* der Pressluftleitung *q* oben abgeschlossen und aufgeblasen wird, nachdem eine Bodenform *r* die Blasform unten abgeschlossen hat. Beim dritten Einrücken wandert die Form mit dem fertigen Glasgefäss nach c^2, wobei sie während der Ueberführung geöffnet wird. In der Stellung a^2 wird das Glasgefäss von einem Greifer (nicht dargestellt) erfasst, aus der Form herausgeschwenkt und so dem Einträger dargeboten. Bei jedem Einrücken der Maschine beginnt ein Glasgegenstand seine Laufbahn, schreitet die Bildung der angefangenen um eine Stufe fort. Ausser dem Aufnehmen des geschmolzenen Glases, dem Abtragen des fertigen Glases und dem Einrücken nebst Einschneiden bedarf die Maschine keines weiteren Eingriffes von Hand.

Die Vereinfachung der Press- und Blasemaschinen, besonders solcher für Handbetrieb, ist noch weiter in der Weise angestrebt worden, dass man den Presstempel mit einem Kanal versah, der während des Pressens verschlossen bleibt, nachher aber einem Pressluftstrom Durchgang in das Innere des eben gepressten Külbels gewährt, der also Press- und Blasestempel zugleich ist. Fig. 9 zeigt eine neuere Konstruktion dieser Art (britische Patentschrift 13818 v. J. 1900). Nachdem die Pressform *a* mit Glas beschickt, wird die Fertigform *b* darumgelegt und der Pressstempel *c* mit dem Handhebel *d* niedergeführt. Hierbei wird der Zwischenkörper *e* geformt und die Feder *f* gespannt, welche durch den Hebel *g* die rohrförmige Pressform *a* auf der Führung *h* niederschnellt, nachdem das Gestänge *i* eine Verriegelung *k* zurückgezogen, sodass der Zwischenkörper auf dem Kopf der Führung *h* aufsteht und seine Wandungen frei in dem Hohlraum der Fertigform liegen. Gleichzeitig ist das Pressluftventil *l* geöffnet worden. Wird nun der Stempel *c* wieder angehoben, so vermag die durch *m* zuströmende Pressluft den Knopf *n* abwärts zu drücken und den Zwischenkörper auszublasen.

(Fortsetzung folgt.)

Wert und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase.

Von **A. Dosch**, Köln.

(Fortsetzung von S. 94 d. Bd.)

c. Absorptionsapparate.

Statt den Prozentgehalt der Heizgase an Kohlensäure durch deren Gewichtszunahme zu bestimmen, ist es in der Regel einfacher, einen Teil der Gase in ein Gefäss von bekanntem Volumen einzusaugen und die darin enthaltene Kohlensäure durch eine Absorptionsflüssigkeit (Kalilauge) zu absorbieren. Man erhält hierbei unmittelbar das Volumenverhältnis der Kohlensäure zu den Heizgasen. Es ist jedoch bei den in Rede stehenden Apparaten weiter gegeben, ausser der Kohlensäure auch den Gehalt der Gase an anderen Bestandteilen, wie insbesondere Kohlenoxyd und Wasserstoff, sowie ferner Sauerstoff zu bestimmen. Von welchem Einfluss die beiden ersteren Gasarten auf die Ergebnisse sein können, ist weiter oben ausgeführt und es lässt sich sagen, dass die Absorptionsapparate genauere Untersuchungen der Feuerungsgase auszuführen gestatten, als diejenigen, welche nur den Kohlensäuregehalt anzugeben vermögen.

Zweck des vorliegenden Aufsatzes kann es natürlich nicht sein, etwa alle für diesen Zweck konstruierten Apparate aufzuzählen — wenn auch Vollständigkeit angestrebt wurde — sondern es sollen nur die in der Praxis eingeführten oder für dieselbe geeignet erscheinenden Vorrichtungen besprochen werden. Bemerkt möge übrigens noch sein, dass sämtliche hierher gehörigen Apparate auf demselben Prinzipe beruhen und dass nur in der Ausführung einzelner Teile und hierdurch in der Bequemlichkeit der Handhabung Verschiedenheiten bestehen.

1. *Gasbürette nach Bunte.*[1]

Die Gasbürette nach *Bunte* dürfte die einfachste Vorrichtung unter den Absorptionsapparaten sein. Sie ist nach einiger Uebung durchaus nicht so unbequem, wie es im ersten Augenblick scheint, und ausserdem kann man mit ihr grösste Genauigkeit erreichen.

Der Apparat besteht in der Hauptsache aus der Bürette *A* (Fig. 41) von etwa 120 ccm Inhalt und mit einer Teilung derart, dass der Raum von der Mitte des oberen Hahnes *a* bis zum Nullpunkte der Teilung genau 100 ccm umfasst. Die Gasbürette ist nochmals mit einem Glasgefässe umgeben. Der Luftraum zwischen beiden soll Temperaturschwankungen von der Bürette abhalten. Am oberen Ende der letzteren wird der Abschluss durch den mit je einer bis zur Mitte reichenden radialen und achsialen Bohrung versehenen Hahn *a* mit darüber befindlichem Gefäss *t* bewerkstelligt; am unteren Ende befindet sich der Hahn *b* mit durchgehender Bohrung.

Das Einbringen des zu untersuchenden Gases in die Bürette geschieht entweder durch Ansaugen mittels Kautschukpumpe oder aus einem Gasbehälter (Aspirator). Um die Bürette auf dem erstgenannten Wege mit Gas zu füllen (Fig. 41), verbindet man das Innere des Messraumes durch den Schlauch *g* mit dem Entnahmerohr *R*, während man das untere Ende mit der Quetsch- oder Kautschukpumpe in Verbindung bringt und den Hahn *b* öffnet, zuvor jedoch Wasser in das Gefäss *t* giesst (25 ccm). Durch die Kautschukpumpe *V* saugt man so lange Gas durch die Bürette, bis sämtliche Luft daraus entfernt ist; alsdann schliesst man die Hähne *a* und *b*; die durchbohrte Spitze des ersteren verschliesst man mittels Schlauch und Glasstäbchen. — Soll die Füllung der Bürette aus einem Gasbehälter erfolgen, so füllt man *A* mit Wasser und verbindet alsdann die durchbohrte Spitze des Hahnes *a* mit dem Behälter. Steht das Gas unter Druck, so lässt man durch passende Drehung des Hahnes einen Teil des Gases durch das Wasser im Trichteraufsatz *t* entweichen. Während das Wasser durch *b* abfliesst, füllt sich die Bürette mit Gas.

[1] Ausgeführt von *Joh. Greiner*, Fabrik für Präzisions-Glasinstrumente, München.

Zur Bestimmung der Kohlensäure bringt man mittels Gummischlauch das hochstehende Wassergefäss F (Fig. 42) in Verbindung mit dem Hahn b, nachdem der Schlauch vollständig mit Wasser gefüllt ist. Durch Oeffnen von b tritt Wasser in die Bürette, während das überschüssige Gas durch den geöffneten Hahn a und t entweicht. Sobald die Flüssigkeit bis zum Nullpunkte der Skala gestiegen ist, schliesst man beide Hähne und es befinden sich dann genau 100 ccm in der Bürette eingeschlossen. Um nunmehr das Absorptionsmittel

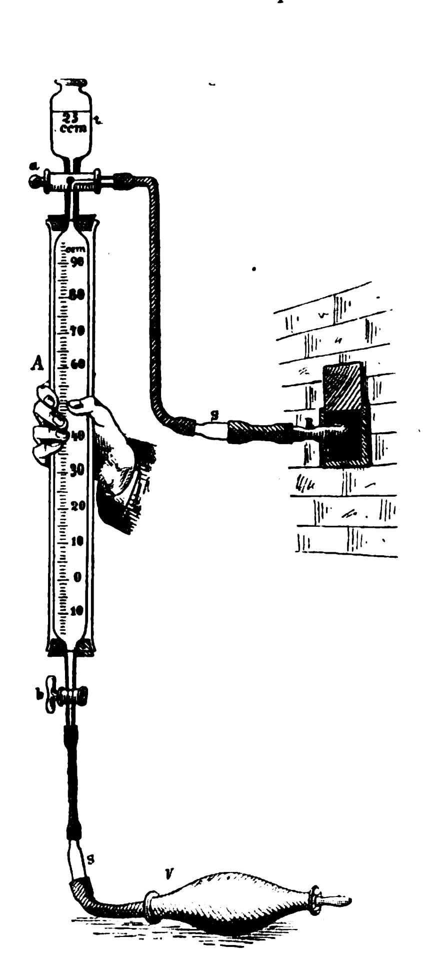


Fig. 41.
Apparat nach Bunte.

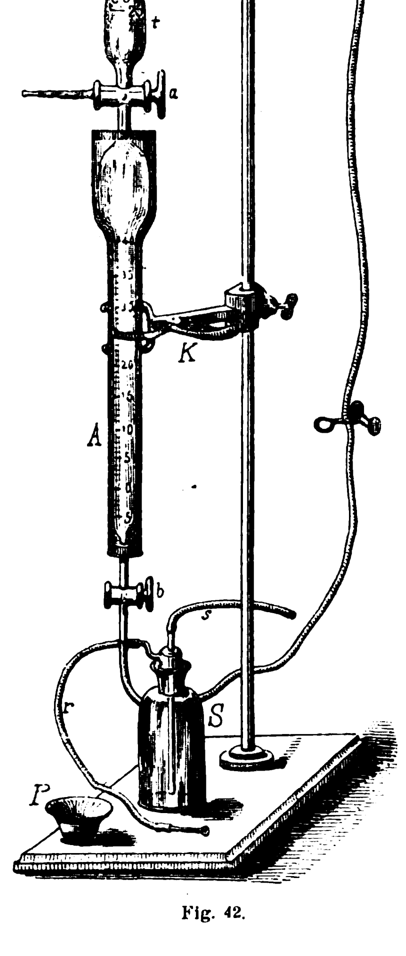


Fig. 42.

einbringen zu können, entfernt man das in die Bürette getretene Wasser; es geschieht dies dadurch, dass man die teilweise mit Wasser gefüllte Saugflasche S durch den vorerst mit Wasser angefüllten Schlauch s in Verbindung mit dem Hahn b bringt, und dann das in der Bürette befindliche Wasser bis nahezu zur Mitte dieses Hahnes absaugt. Die Absorptionsflüssigkeit, Kalilauge, lässt man eintreten, indem man hiervon etwas in die Schale P giesst und die Spitze des Hahnes b unter den Spiegel der Flüssigkeit taucht; öffnet man b, so wird letztere in die Bürette aufgesaugt. Zur Beschleunigung der Absorption schüttelt man bei geschlossenen Hähnen a und b die Bürette, nachdem man sie aus dem Ständer genommen hat. Man fährt mit dem Einbringen der Kalilauge nach jedesmaligem Schütteln fort, bis Absorptionsflüssigkeit nicht mehr eintritt und ist dann die Absorption beendet. Alsdann setzt man durch Drehen von a den Trichteraufsatz t mit dem Messrohr A in Verbindung. Nach Wiederauffüllen des Wassers in t bis zur Marke steht das Gas in der Bürette unter demselben Druck wie am Anfang und der Stand der Flüssigkeit im Messrohr giebt den Gehalt des Gases an Kohlensäure in Hundertteilen an (K_1).

Will man in dem verbleibenden Rest des Gases den Sauerstoffgehalt bestimmen, so saugt man einen Teil der Kalilauge ab und lässt eine wässerige Lösung von Pyrogallussäure und Kalilauge eintreten, welche Flüssigkeit sich durch Sauerstoff dunkel färbt. Man verfährt genau wie vorher und erhält bei festem Stand der Absorptionsflüssigkeit in der Bürette den Sauerstoffgehalt, wenn man von dem jetzt angegebenen Prozentgehalt den vorher gefundenen der Kohlensäure in Abzug bringt.

Für Bestimmung des Kohlenoxydes muss das bisher verwendete Absorptionsmittel vollkommen aus der Bürette entfernt werden. Zu diesem Zwecke saugt man die Flüssigkeit mittels der Flasche S vollständig ab, indem man nach entstandener Luftverdünnung Wasser aus dem Gefäss t nachlaufen lässt und damit bis zur vollständigen Entfernung des Absorptionsmittels fortfährt. Man lässt dann saure Kupferchlorürlösung aufsteigen. Der nun ermittelte Prozentgehalt, weniger der Summe der Kohlensäure und des Sauerstoffes, giebt den Prozentsatz an Kohlenoxyd an.

Zweckmässig werden vor jeder Ablesung die Absorptionsmittel, welche verschieden starke Adhäsion am Glase zeigen, durch Wasser verdrängt und die Ablesungen über Wasser vorgenommen. Dies geschieht, indem man die Hähne a und b öffnet und Wasser aus dem Trichteraufsatz ein- und durch den Hahn b Absorptionsmittel ausfliessen lässt; bei saurer Kupferchlorürlösung wird statt des Wassers verdünnte Salzsäure angewendet.

Der Apparat kann in Verbindung mit einer zweiten Bürette ferner für die Bestimmung des Kohlenoxydes und des Wasserstoffes auf dem Wege der Verbrennung dienen[2]).

2. *Apparat nach Orsat-Fischer.*[3])

Dieser Apparat, zur Zeit wohl einer der gebräuchlichsten, wird entweder mit zwei (Fig. 43) oder mit drei (Fig. 44) Absorptionsgefässen aus-

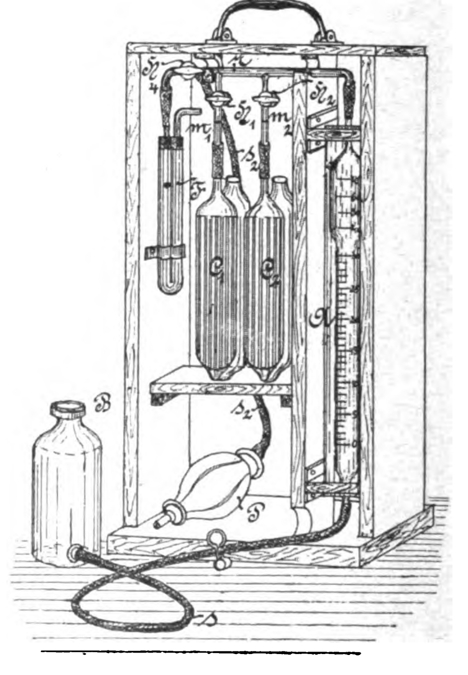


Fig. 43.

geführt, und zwar dient erstere Art zur Bestimmung von Kohlensäure und Sauerstoff, letztere Art ausser zur Ermittlung dieser beiden Gasarten noch zur Bestimmung von Kohlenoxyd.

[2]) Genauere Beschreibung würde hier zu weit führen: vergl. hierüber: Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1877, S. 447, u. 1878, S. 263; Dingl. polytechn. Journal 1878, 227 S. 167. — 228, S. 529; Thonindustrie-Zeitung 1878, No. 25 u. 26; Gastechniker, Band II, Heft 10 u. 11.

[3]) Von verschiedenen Firmen hergestellt.



Der Apparat besteht in der Hauptsache aus der Bürette A von 100 ccm Inhalt, die in ihrem unteren, etwa 40 ccm haltenden Teile in Zehntel ccm eingeteilt ist. Gegen Einfluss von Temperaturschwankungen ist Bürette A mit einem weitem Glasrohr umgeben, das an den beiden Enden durch Gummistopfen verschlossen ist. Der Zwischenraum zwischen

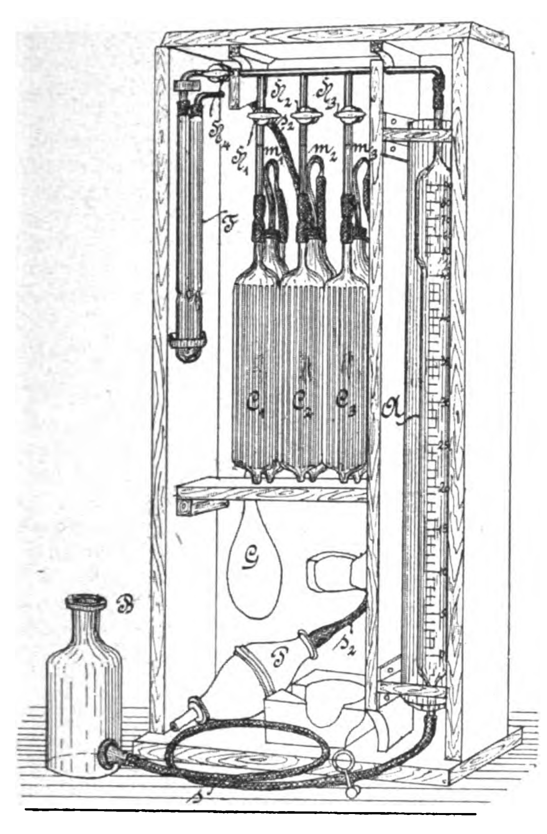


Fig. 44.

Glaszylinder und Bürette ist mit Wasser ausgefüllt. Die Bürette selbst ist im Gehäuse sicher gelagert und steht unten durch Gummischlauch s mit der Niveauflasche B, am oberen Ende durch Capillarrohr r mit den Absorptionsgefässen C_1, C_2 (resp. C_3), sowie mit einem Wattefilter F von meist **U**-förmiger Gestalt in Verbindung. Die Schenkel des **U**-Rohres werden mit Watte gefüllt, während sich in der unteren Biegung etwas Wasser befindet,[4]) um das angesaugte Gas sicher mit Feuchtigkeit zu sättigen. Durch die Hähne H_1, H_2, H_3, können die Absorptionsgefässe, durch Hahn H_4 mit Winkelbohrung kann der Filter und hiermit der Gaszufluss zur Messbürette A abgeschlossen werden. Die Hähne müssen selbstverständlich immer gut gehend und dicht schliessend erhalten werden, was am besten durch Einfetten mit Vaselin geschieht. Durch Schlauch s_2 ist das eine Ende des Filters F mit der Quetschpumpe P verbunden.

Die Absorptionsgefässe sind mit dem Capillarrohr r durch kurze Schlauchstücke verbunden und zur Vergrösserung der Berührungsfläche zwischen Gas und Flüssigkeit mit dünnen Glasröhren angefüllt. Die Gefässe stehen am unteren Ende mit in der Regel gleich grossen Aufnahmegefässen, welche oben durch Gummistopfen verschlossen sind, in Verbindung. Durch den Verschlussstopfen ist ein Glasrohr geführt, welches zwecks Abhaltung der atmosphärischen Luft von den Absorptionsflüssigkeiten mit einem Gummiballon G (Fig. 44) in Verbindung steht. Es kann für sämtliche Gefässe ein gemeinschaftlicher oder für jedes derselben ein gesonderter Ballon zur Anwendung gelangen. Als Absorptionsflüssigkeiten verwendet man für Bestimmung der Kohlensäure Kalilauge von 1,20 bis 1,28 spez. Gewicht, für Sauerstoff Pyrogallussäure (15 *g* in 30 ccm Wasser und fügt etwa 80 ccm Kalilauge hinzu) und für Kohlenoxyd Kupferchlorid (35 *g* in 200 ccm Salzsäure und einige Kupferspähne). Die Absorption des Sauerstoffes würde sich auch durch feuchten Phosphor bewerkstelligen lassen. Das Gefäss müsste dann natürlich zur Einbringung dieses Absorptionsmittels entsprechend gestaltet sein. Die Absorptionsgefässe werden bis etwa zur Hälfte mit Flüssigkeit gefüllt und die letztere sodann auf die entsprechenden Marken m_1, m_2 und m_3 eingestellt (unterhalb der betreffenden Absperrhähne) was durch Absaugen der Luft aus dem Raum oberhalb der Flüssigkeit in jedem Gefässe durch die mit Wasser gefüllte Bürette geschieht.

Um festzustellen, ob der Apparat und die Gaszuleitung dicht sind, setzt man Hahn H_4 in Verbindung mit der Bürette, quetscht das Gasentnahmerohr kurz nach dem Austritt aus dem Kessel ab und öffnet den Quetschhahn des Schlauches s. Die Wassersäule in A sinkt direkt beim Oeffnen etwas, muss dann aber auf demselben Niveau fest stehen bleiben. Ist dies nicht der Fall, so ist irgend eine Undichtigkeit vorhanden, die beseitigt werden muss.

Um den Apparat bequem fortschaffen zu können, ist derselbe in einem verschliessbaren, bequem zu tragenden Holzkasten untergebracht.

Zum Gebrauche des Apparates muss — falls dies nicht vorher schon geschehen — der Zwischenraum zwischen Bürette und Glasrohr sowie Flasche B mit destilliertem Wasser gefüllt werden. Alsdann stellt man die Flasche B hoch und setzt die Bürette durch entsprechende Drehung des Hahnes H_4 mit der Aussenluft in Verbindung, sodass das Wasser in der Bürette hochsteigt. Bei Marke 100 im Messrohr stellt man Hahn H_4 so, dass das Entnahmerohr in Verbindung mit der Quetschpumpe P steht und saugt mittels derselben Gase durch die Rohrleitung. Ist man sicher, dass letztere nur mit Rauchgasen gefüllt, dass also alle Luft daraus verdrängt ist, so verbindet man durch Drehen des Hahnes H_4 die Entnahmestelle mit der Bürette und lässt durch Senken der Flasche und mithin Entfernen des Wassers aus der Bürette Gase ansaugen. Sobald das Wasser die Marke Null im Messrohr erreicht hat, schliesst man H_4 und hat mithin 100 ccm Gase im Apparat.

Zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes verbindet man durch Drehen des Hahnes H_1 die Bürette mit dem Gefässe C_1, hebt die Flasche B, so dass das Glas nach C_1 übertritt, senkt B wieder und treibt durch Heben der Flasche das Gas nochmals in das Absorptionsgefäss, worauf man durch Senken der Flasche B die Kalilauge wieder auf die Marke m_1 einstellt. Nach Schliessen des Hahnes H_1 hält man die Flasche B so, dass die Flüssigkeitsspiegel in dieser und in der Messbürette gleichstehen; der alsdann an letzterer abgelesene Wert giebt unmittelbar die Volumenprozente an Kohlensäure an.

In gleicher Weise verfährt man bei Bestimmung des Sauerstoffes, nur wird hier im allgemeinen ein öfteres Uebertreiben des Gases in das Absorptionsgefäss erforderlich sein. Der nach Beendigung der Absorption in der beschriebenen Weise festgestellte Stand der Sperrflüssigkeit in der Bürette giebt die Summe an Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt an.

Ebenso verfährt man bei Bestimmung des Kohlenoxydgehaltes. Die Absorptionsfähigkeit der Kupferchlorürlösung wird aber schon nach einiger Zeit unsicher. *Fischer* zieht daher vor[5]) diese Probe auf Kohlenoxyd gar nicht erst auszuführen. Soll Kohlenoxyd bestimmt werden, so ist das genauere Verfahren vorzuziehen.[6])

Zum Nachweis, ob andere Bestandteile als Kohlensäure in den Heizgasen enthalten sind, kann die Feststellung des

[4]) Vergl. *Fischer*, Taschenbuch für Feuerungstechniker. 1901, S. 31.

[5]) Siehe *Fischer*, Taschenbuch für Feuerungstechniker 1901, Seite 34.

[6]) Daselbst S. 35. Im Uebrigen möge noch bemerkt sein, dass in der reinen Praxis die Gase meist so genau nicht untersucht werden können, da für ausführliche Versuche an Ort und Stelle nicht die erforderliche Zeit und Hilfe vorhanden ist. Man beschränkt sich in der Regel darauf, nur den Kohlensäuregehalt zu bestimmen und nur von Zeit zu Zeit, d. h. in längeren Zwischenräumen Sauerstoff- und Kohlenoxydgehalt festzustellen. Werden genauere Untersuchungen gewünscht, so müssen diese doch im Laboratorium vorgenommen werden und es genügt dann auch nicht allein, dass ausser CO_2 nur O und CO bestimmt wird (vergl. weiter oben V), sondern es müssen auch noch der etwaige Wasserstoff und die Kohlenwasserstoffe, sowie der Russ festgestellt werden, welch letzterer bei entsprechender Kohle immerhin recht wesentlich werden kann (vergl. z. B. Bericht der Heizversuchsstation München 1879/81, Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt).

Sauerstoffgehaltes allein schon dienen (vgl. Schlussbemerkung).

Die Flüssigkeiten in den Gefässen müssen natürlich, sobald die Absorption träge wird, erneuert werden.

Es ist aus Vorstehendem ersichtlich, dass dieser Apparat wesentlich bequemer zu handhaben ist, als der vorbeschriebene und dass derselbe sehr schnell in Bereitschaft gesetzt werden kann. Kleine Ungenauigkeiten der Angaben entstehen durch das Capillarrohr.

3. Orsat-Apparat nach Fuchs.[7])

Aehnlich, wie der eben beschriebene Apparat, ist derjenige nach *Fuchs* (Fig. 45).

Der Apparat besteht wie jener aus der Gasbürette *a* von 100 ccm Inhalt, deren Marke 100 ccm auf der unterhalb der Hahnhülse befindlichen Capillare liegt, und ist am oberen Ende mit dem Dreiweghahn *b* versehen, am unteren durch Schlauch *c* mit der Flasche *d* in Verbindung gesetzt. Ueber den Absorptionsgefässen *f* befindet sich ein Raum, gross genug, um beim Transporte oder Nichtgebrauche der Flasche *d* dieselbe dort unterzubringen.

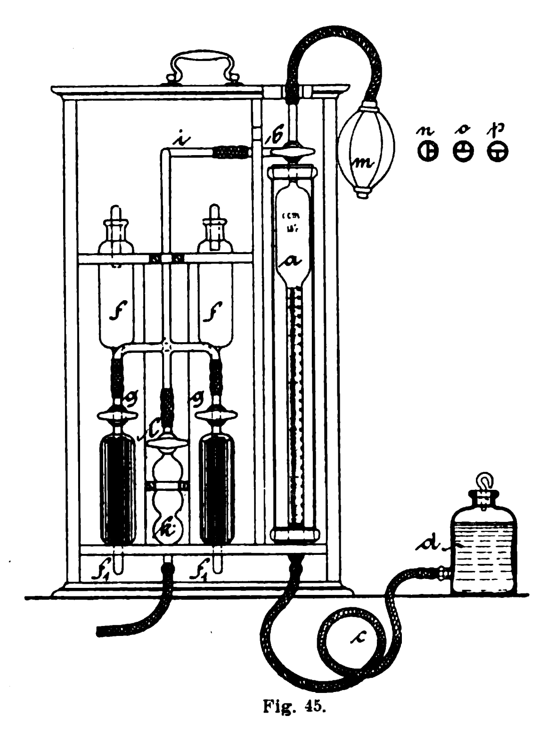


Fig. 45.

Jedes der Absorptionsgefässe *f* besteht aus zwei zylinderförmigen Glaskörpern von etwa 110 ccm Inhalt, welche durch ein Rohr leitend mit einander verbunden sind. Der untere Glaskörper ist durch Hahn *g* verschliessbar, welcher auf der, der Ansatzseite gegenüberliegenden Stelle ein kurzes Stück capillares, mit Schlauchstück versehenes Rohr trägt. Das Capillarhahnrohr des früheren Apparates kommt hier in Fortfall. Die Gasbürette *a* ist mit den Absorptionsgefässen *f* durch das Rohr *i* verbunden. In Verlängerung davon ist das Wattefilter *k* vorgesehen, welches vermittels des Hahnes *l* mit der Rauchgasleitung verbunden oder davon abgeschlossen werden kann. Zum Ansaugen der Rauchgase dient der Respirator *m*. Der Hahn *b* besitzt die Bohrungen, wie die Stellungen *n*, *o* und *p* ergeben.

Der Apparat wird ähnlich gehandhabt, wie der bereits beschriebene. Nach Einstellung der Absorptionsflüssigkeiten auf die Marke wird Hahn *b* in die Stellung *n* gebracht und mittels des Respirators Wasser in die Bürette gesaugt (es könnte dies natürlich auch durch Hochstellen der Flasche und Abnehmen der Quetschpumpe geschehen). Nach Einstellung des Wasserspiegels auf Marke 100 bringt man Hahn *b* in die Stellung *o* und saugt, indem man auch *l* öffnet, Gase durch die Rohrleitung; dann dreht man *b* in die Stellung *p* und es findet Füllung der Bürette mit Gasen statt, indem man Flasche *d* senkt. Bei Marke Null stellt man Hahn *l* ab, indem man beide Wasserspiegel (Flasche *d* und Bürette) in gleicher Höhe hält und treibt alsdann die Gase in die Absorptionsgefässe. Die Bestimmung geschieht in der bekannten Weise. Der Apparat wird mit zwei und drei Absorptionsgefässen geliefert, je nachdem nur Kohlensäure und Sauerstoff, oder ausserdem noch Kohlenoxyd bestimmt werden soll. Als Absorptionsmittel finden dieselben Flüssigkeiten Verwendung, wie sie weiter oben bereits angegeben sind.

Der Apparat ist ohne Zweifel noch etwas praktischer zu handhaben, als derjenige nach *Fischer*; doch dürfte die Genauigkeit eine grössere nicht sein, als bei diesem.

4. Apparat nach C. Schmitz.[8])

Eine gute, transportsichere Form zeigt der Apparat von *C. Schmitz* (Fig. 46), welcher in einen polierten Holzkasten mit fester Rückwand eingebaut ist.

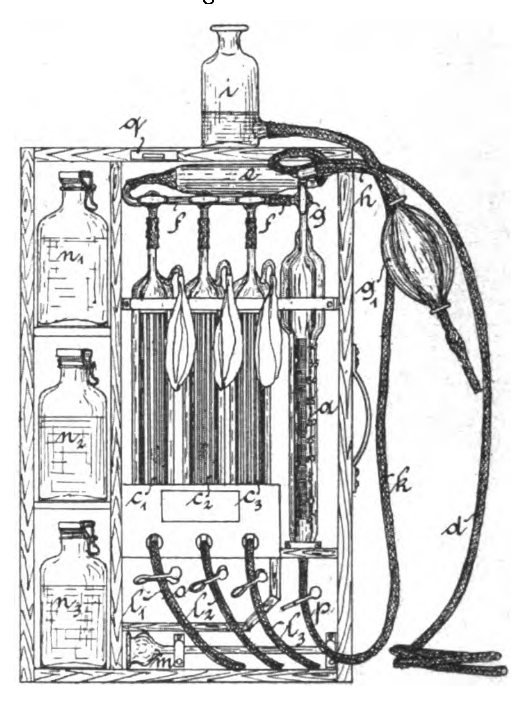


Fig. 46.

Die Bürette *a* ist hier mit einem fest mit ihr verschmolzenen und mit Wasser gefüllten Mantel umgeben, so dass das Abdichten der Bürette in dem Schutzrohr, welches bei mangelhafter Ausführung leicht zum Tropfen Anlass giebt, ganz wegfällt. Das Schutzrohr, wie es bei manchen Apparaten üblich ist, leer zu lassen, d. h. nur mit Luft zu füllen, ist nicht zu empfehlen, da die Luft viel weniger geeignet ist, Temperaturschwankungen des in der Bürette eingeschlossenen Gases zu verhindern, als Wasser (spez. Wärme 0,31 resp. 1,0). Unmittelbar an die Bürette ist der Dreiweghahn *g* angebracht und schliesst oben der Sauger g_1 an.

Das links zeigende, angeschmolzene Capillarrohr führt zum Hahnrohr *f*, welches 3 (resp. bei Apparaten für nur zwei Gase 2) Dreiweghähne enthält. Links schliesst sich dann durch einen Bogen das Filter *e* und an dieses das Gasentnahmerohr mit Schlauch *d* an.

Aus dieser Anordnung geht hervor, dass beim Absaugen mittels Saugers g_1 das ganze Hahnrohr von frischem Gas durchspült wird (wie dies übrigens auch bei dem Apparat nach *Fuchs* der Fall ist), so dass also das Zurückbleiben von altem Gas aus den früheren Untersuchungen in den schädlichen Räumen auf ein Minimum beschränkt ist.

(Fortsetzung folgt.)

[7]) *G. A. Schultze*, Berlin SW.

[8]) Hergestellt von *Fr. Fischer & Röwer*, Stützerbach i. Thür.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 8. **Berlin, 21. Februar 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Die Energieumwandlung durch Reibung und ihr Nutzeffekt.

Von Dipl.-Ing. Dr. **H. Heimann**, Frankfurt a. M.

Ein Flüssigkeitsstrahl übt beim Durchströmen eines Rohres auf die Wandungen desselben eine Kraft aus, die nach der *Newton*schen Hypothese über Flüssigkeitsreibung der Strömungsgeschwindigkeit proportional ist. Ist das Rohr nicht fest, sondern in Richtung des Flüssigkeitsstrahles beweglich, so wird es sich mit einer von der Grösse des äusseren Widerstandes abhängigen Geschwindigkeit fortbewegen und dabei Arbeit leisten. Es wird gefragt, welches ist der Nutzeffekt einer derartigen Umwandlung der Energie eines Flüssigkeitsstrahls, und lässt sich ein Rohr praktisch so dimensionieren, dass ein annehmbarer Nutzeffekt entsteht?

Es werde zunächst der einfachste Fall vorausgesetzt:

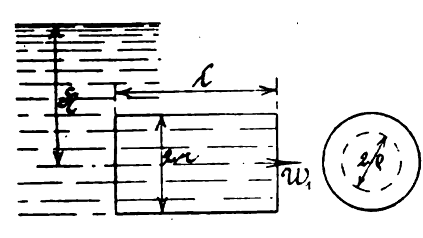


Fig. 1.

Ein Rohr von lichtem Durchmesser $2r$ und der Länge l werde von einem Flüssigkeitsstrahl vom spezifischen Gewicht γ unter der Druckhöhe H durchströmt. Die Geschwindigkeit in der Rohrmitte sei W_1. Es werde weiter die zulässige Annahme gemacht, dass in ein und derselben konzentrischen zylindrischen Flüssigkeitsschicht die Strömungsgeschwindigkeit konstant und von der Grösse sei: $W\varrho = W_1 - a\,\varrho$, wenn ϱ der Radius der betreffenden Schicht ist. Da $W\varrho = 0$ sein muss für $\varrho = r$, weil infolge der Adhäsion an der Rohrwand die Flüssigkeit haftet, so ist

$$a = \frac{W_1}{r} \text{ und } W\varrho = W_1\left(1 - \frac{\varrho}{r}\right)$$

Die bei der Geschwindigkeit W_1 sekundlich durch das Rohr fliessende Menge bestimmt sich zu:

$$Q = \int_0^r 2\,\pi\,\varrho\,d\varrho\,W_1\left(1 - \frac{\varrho}{r}\right) = \frac{r^2\,\pi\,W_1}{3} \sim r^2\,W_1$$

Die Arbeitsverluste beim Durchströmen setzen sich zusammen aus dem Reibungsverlust und dem Austrittsverlust.

Der Reibungsverlust bestimmt sich folgendermassen:

Jede zylindrische Flüssigkeitsschicht übt auf die darüberliegende äussere konzentrische Schicht eine Kraft aus, die der Relativgeschwindigkeit beider Schichten proportional ist. Die bei dieser Relativgeschwindigkeit geleistete sekundliche Arbeit ist also gleich Reibungskraft $\times$ Relativgeschwindigkeit.

Die gesamte Reibungsarbeit wird demnach:

$$R = \int_0^r 2\,\varrho\,\pi\,l\,\varepsilon \left\{ W_1\left(1 - \frac{\varrho}{r}\right) - W_1\left(1 - \frac{\varrho + d\varrho}{r}\right) \right\}^2$$

$$= 2\,\pi\,l \int \frac{\varrho\,d\varrho}{r^2} \cdot \varepsilon\,d\varrho \,.\, W_1^2$$

Dabei ist ε der Reibungskoeffizient für eine Flüssigkeitsschicht von der Dicke $d\varrho$; setzt man $\varepsilon\,.\,d\varrho = \eta$ = dem Reibungskoeffizienten einer Flüssigkeitsschicht von der Dicke 1 (Zähigkeit genannt), so wird

$$R = 2\,\pi\,l\,\eta\,W_1^2 \int_0^r \varrho\,\frac{d\varrho}{r^2} = \pi\,l\,\eta\,W_1^2$$

Der gesamte Austrittsverlust lässt sich ebenfalls durch Integration über die einzelnen Schichten bilden. Es sei U die Geschwindigkeit des Rohres in Richtung des Flüssigkeitsstrahles, dann ist der Austrittsverlust

$$V = \int_0^r \gamma\,.\,2\,\pi\,\varrho\,d\varrho\,W_1\left(1 - \frac{\varrho}{r}\right) . \frac{\left(U + W_1\left[1 - \frac{\varrho}{r}\right]\right)^2}{2\,g}$$

$$= \frac{W_1\,\pi\,\gamma}{g}\,r^2 \left\{ \frac{U^2}{6} + \frac{U\,W_1}{6} + \frac{W_1^2}{20} \right\}$$

oder in erster Annäherung

$$= \frac{W_1\,\pi\,\gamma\,r^2}{3\,.\,2\,g} \cdot \left(U + \frac{W_1}{2}\right)^2 = \frac{Q\,\gamma}{2\,g}\left(U + \frac{W_1}{2}\right)^2$$

Zur Bestimmung der Nutzarbeit muss die auf die Rohrwand ausgeübte Kraft berechnet werden. Auf die an der Rohrwand adhärierende Schicht und damit auf das Rohr selbst wird nach vorangehendem eine Kraft ausgeübt

$$K = 2\,\pi\,l\,.\,\varepsilon\,(r - d\,r) \left\{ W_1\left(1 - \frac{r - d\,r}{r}\right) - 0 \right\}$$

und da $\varepsilon\,d\,r = \eta$ ist: $K = 2\,\pi\,l\,\eta\,W_1$.

Die Arbeit bei der Geschwindigkeit U ist demnach:

$$A = 2\,\pi\,l\,\eta\,U\,.\,W_1$$

Der Nutzeffekt als

$$\frac{\text{Nutzarbeit}}{\text{Nutzarbeit} + \text{Verlustarbeiten}}$$

lässt sich jetzt in der Form schreiben

$$\eta = \frac{2\,\pi\,l\,\eta\,U\,W_1}{2\,\pi\,l\,\eta\,U\,W_1 + \pi\,l\,\eta\,W_1^2 + \frac{W_1\,\pi\,\gamma\,r^2}{3\,.\,2\,g}\left(U + \frac{W_1}{2}\right)^2}$$

$$\underbrace{2\,\pi\,l\,\eta\,U\,W_1 + \pi\,l\,\eta\,W_1^2}_{2\,\pi\,l\,\eta\,W_1\left(U + \frac{W_1}{2}\right)}$$

Durch Einführung der Gefällhöhe H lässt sich dieser Ausdruck noch umformen.

Es ist

$$Q\,\gamma\,H = \frac{W_1\,r^2\,\pi}{3}\,\gamma\,H = 2\,\pi\,l\,\eta\,W_1\left(U + \frac{W_1}{2}\right)$$

$$+ \frac{\frac{r^2\,\pi}{3}\,\gamma\,W_1\left(U + \frac{W_1}{2}\right)^2}{2\,g}$$

und hieraus



$$2\,\pi\,l\,\eta\,U = \frac{U}{U+\frac{W_1}{2}}\cdot\frac{r^2\,\pi}{3}\cdot\gamma\left(H - \frac{\left(U+\frac{W_1}{2}\right)^2}{2\,g}\right)$$

und

$$\eta = \frac{U}{U+\frac{W_1}{2}}\cdot\frac{H-\frac{\left(U+\frac{W_1}{2}\right)^2}{2g}}{H}$$

Die Grösse von η ist bedingt durch die Grösse seiner beiden Faktoren. Um den letzten Faktor gross zu halten, müsste U möglichst klein gehalten werden, und des ersten Faktors wegen W_1 erst recht klein. Das würde, wie aus der vorangehenden Gleichung folgt, zu grossen Rohrabmessungen führen. Nun giebt es aber ein Mittel, den Einfluss des II. Faktors zu verringern, sodass bei der Berechnung nur der I. Faktor eine wesentliche Rolle spielt. Man denke sich nämlich das Rohr als Spirale aufgewickelt und sich um den 0-Punkt der Spirale drehend, der Flüssigkeitsstrahl trete in die äussere Spiralwindung ein und verlasse das Rohr nach Durchfliessen der innersten Windung. Der Austrittsverlust ist dann bestimmt durch die Grösse der Resultante zwischen *innerer* Rohrumfangsgeschwindigkeit und Durchflussgeschwindigkeit, kann also durch passende Wahl des inneren Radius der Spirale klein gehalten werden. Auf die Form der Spirale kommt es dabei gar nicht an. Es werde deshalb eine archimedische Spirale von der Gleichung $R = a\,.\,\varphi$ vorausgesetzt; a sei so klein, dass für hinreichend grosses φ eine Windung als Kreis angesehen werden kann. Es kann dann die Umfangsgeschwindigkeit an irgend einer Stelle der Spirale (Fig. 2) in gleicher Richtung mit der Durchflussgeschwindigkeit angenommen werden. Denkt man sich demgemäss die Spirale vom äusseren Radius R_a, dem inneren Radius R_i und dem mittleren Radius R_m, entsprechend den n Windungen der Spirale, ersetzt durch n Kreise vom Radius R_m, dann geht die Formel für η über in

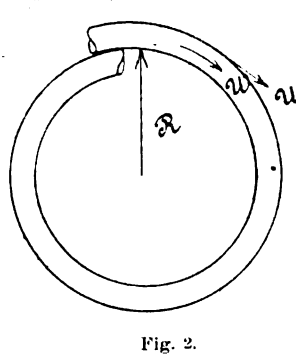


Fig. 2.

$$\eta = \frac{R_m\,.\,w}{R_m w+\frac{W_1}{2}}\cdot\frac{2\,g\,H-\left(R_i w+\frac{W_1}{2}\right)^2}{2\,g\,H},$$

wobei w die Winkelgeschwindigkeit der Spirale bedeutet. Die Zahl der Spiralwindungen ist nach Fig. 2, wenn $2\,(r+\delta)$ gleich dem äusseren Rohrdurchmesser gesetzt wird

$$z = \frac{R_a - R_i}{2\,(r+\delta)}$$

und die gesamte Rohrlänge

$$l = z\,.\,2\,\pi\,R_m = z\,.\,\pi\,.\,(R_a + R_i)$$

An einem Beispiel soll nun gezeigt werden, dass bei Flüssigkeiten von hoher Geschwindigkeit die Umwandlung von Energie in der angedeuteten Weise praktisch wohl möglich erscheint. Zu diesem Zwecke wird gesättigter Wasserdampf vorausgesetzt, welcher von hoher Spannung auf Atmosphären- oder Kondensatorspannung herab frei expandierend eine Geschwindigkeit von 1200 m angenommen habe.

Man wähle

$$W_1 = 200 \text{ m},\ r = 2 \text{ cm},$$

dann wird

$$Q = r^2\,.\,W_1 = 80\,000 \text{ ccm}.$$

Weiterhin ist die absolute Eintrittsgeschwindigkeit

$$= R_a w + W_1 = 1200 \text{ m},$$

also

$$R_a w = 100\,000 \text{ cm}.$$

Man wähle

$$R_i = \frac{R_a}{6},\ R_m = \frac{R_i + R_a}{2} = \frac{7}{12}R_a;$$

dann ist

$$R_m w = 58\,400 \text{ cm},\ R_i w = 16\,800 \text{ cm}.$$

Die Stärke der Rohrwand $\delta = 3$ mm, dann wird die Zahl der Spiralwindungen

$$z = \frac{R_a - R_i}{2\,(r+\delta)} = 0{,}18\ R_a = 0{,}309\ R_m$$

und

$$l = 2\,\pi\,z\,R_m = 1{,}84\ R_m^2.$$

Für die Gefällshöhe H gilt nun nach obigem die Beziehung:

$$r^2\,\gamma\,H = 2\,\pi\,l\,\eta\left(R_m w+\frac{W_1}{2}\right)+\frac{r^2\,\gamma}{2\,g}\left(R_i w+\frac{W_1}{2}\right)^2;$$

im vorliegenden Falle ist

$$H = \left(\frac{1{,}2\,.\,10^5}{2\,g}\right)^2$$

in cm, g, Sek. ausgedrückt.

Man setze nun voraus, dass der Dampf auf eine Kondensatorspannung von 0,3 Atm. frei expandieren konnte, sein spezifisches Gewicht f. d. ccm in g demnach $= 0{,}0002$ sei.

Dann geht obige Gleichung über in

$$\frac{4\,.\,0{,}0002}{2\,.\,10^3}\left\{1{,}44\,.\,10^{10} - 7{,}2\ 10^8\right\} = 2\,\pi\,l\,\eta\ 68\,400$$

Setzt man voraus, dass das η des Wasserdampfes $= \eta$ des Wassers sei (es wird eher grösser denn kleiner sein) so wird

$$\frac{4\,.\,0{,}0002}{2\,.\,10^3}\left\{1{,}44\,.\,10^{10} - 7{,}2\ 10^8\right\} = 2\,\pi\ 68\,400\,.\,0{,}0000106\ l$$

und hieraus

$$l = 2430 \text{ cm} = 24{,}3 \text{ m}.$$

Nach den obigen Formeln wird nun

$$R_m = 36 \text{ cm},\ R_a = 62 \text{ cm},\ R_i = 10 \text{ cm},\ w = 1620$$

und die minutliche Tourenzahl $n = 15\,500$.

Der Nutzeffekt

$$\eta = 0{,}855\,.\,0{,}95 = 0{,}81$$

Die sekundlich durch das Rohr strömende Dampfmenge von 0,016 kg Gewicht = 80 000 . 0,0002 g entspricht einer stündlichen Dampfmenge von 57,5 kg, also etwa 10 PS.

Der Durchmesser eines 10 PS Motors betrüge ungefähr 1,25 m, die Breite 4,6 cm. Ein 200 PS Motor durch Nebeneinanderordnung von 20 solchen Rohrspiralen bekäme bei demselben Durchmesser eine Breite von 1 m. Das sind praktisch mögliche Dimensionen. Eine Reduktion der Tourenzahl könnte, ähnlich wie beim Uebergang von der *de Laval*schen Dampfturbine zur *Parson*schen, durch allmähliche Expansion des Dampfes in der *Spirale selbst* erreicht werden. Die Spirale selbst müsste dann aber eine bestimmte mathematische Form erhalten, entsprechend dem Expansionsgesetz des Dampfes in einer solchen Röhre.

Die Hebezeuge auf der Düsseldorfer Ausstellung.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 89 d. Bd.)

Laufkatze für 40 t Tragkraft von H. Rieche, Wetter a. d. Ruhr, ausgestellt im Gebäude der *Gutehoffnungshütte*. (Ausser Wettbewerb).

Die Laufkatze, welche ausser der Hauptwinde für 40 t eine Hilfswinde von 8 t Tragfähigkeit besitzt, zeigt eine Reihe bemerkenswerter Eigentümlichkeiten. *H. Rieche* legt besonderen Wert darauf, die Abmessungen der Katze in jeder Richtung klein zu halten, damit die Last möglichst nahe an die Gebäudemauern herangefahren werden kann, also der Platz aufs äusserste ausgenutzt wird. Schneckengetriebe sucht er indessen wegen des unzuverlässigen Wirkungsgrades zu vermeiden und erreicht seinen Zweck durch eine sehr eigenartige Anordnung der Stirnrädervorgelege. Für vollständige Ausnutzung des Werkstattraumes ist ebenfalls sehr wichtig, dass der Haken möglichst hoch gezogen werden kann und die Bauhöhe der Katze gering ist. Daher wurde es vermieden, die Trommel, wie vielfach seitens anderer Konstrukteure geschieht, unter die Plattform der Katze zu legen, um so an Länge und Breite zu sparen. Auffallend ist bei der vorliegenden Ausführung, dass für die beiden Hubwerke nur ein Motor vorhanden ist und der Führer mit einem Handrade das Triebwerk umkuppeln muss, eine Handhabung, die immerhin einige Minuten Zeit beansprucht. Der Grund ist Ersparnis an Anlagekosten.

Fig. 123—126 stellen die Katze dar. Die doppelten Längsträger des Rahmens, auf denen die beiden Trommeln der Hauptwinde getrennt von einander gelagert sind, werden durch eine Anzahl Querverbindungen gegeneinander abgesteift. Auf der inneren Seite ruhen die Trommeln in zwei kräftigen Flacheisenlängsträgern, die sich an die hohen Querverbindungen anschliessen. Fig. 126 zeigt die Lagerung der Hilfstrommel.

Der Einbau von zwei getrennten Trommeln für die Hauptwinde hat den Vorteil, dass die beiden Antriebsvorgelege vollkommen gleiche Belastung erhalten, und somit auch das Katzengerüst symmetrisch beansprucht wird.

Der Zahndruck der Trommelräder wirkt dem Seilzug entgegen und entlastet so die Welle, was für den Wirkungsgrad der Winde nicht unwichtig erscheint.

Der 25 pferdige Hubmotor, der bei voller Belastung 550 Umdrehungen in der Minute macht, arbeitet zunächst auf ein Stirnradvorgelege mit Zwischenrad ($t = 8\,\pi$, $z = {}^{22}/_{110}$), dessen zweite Welle innerhalb der hohlen Trommelwelle gelagert ist und auf der gegenüberliegenden Seite eine magnetisch bethätigte Bandbremse trägt. Dieses Ineinanderlegen der Triebwerkswellen ist für die Raumersparnis von besonderer Wichtigkeit[1]). In der Mitte der Welle, zwischen den Trommeln, ist das Ritzel des zweiten Vorgeleges ($t = 15\,\pi$, $z = {}^{12}/_{60}$) aufgekeilt, von dessen in Fig. 126 ausführlich gezeichneter Welle sodann der Antrieb der Trommeln des Haupt- und des Hilfswindwerks in folgender Weise abgeleitet wird.

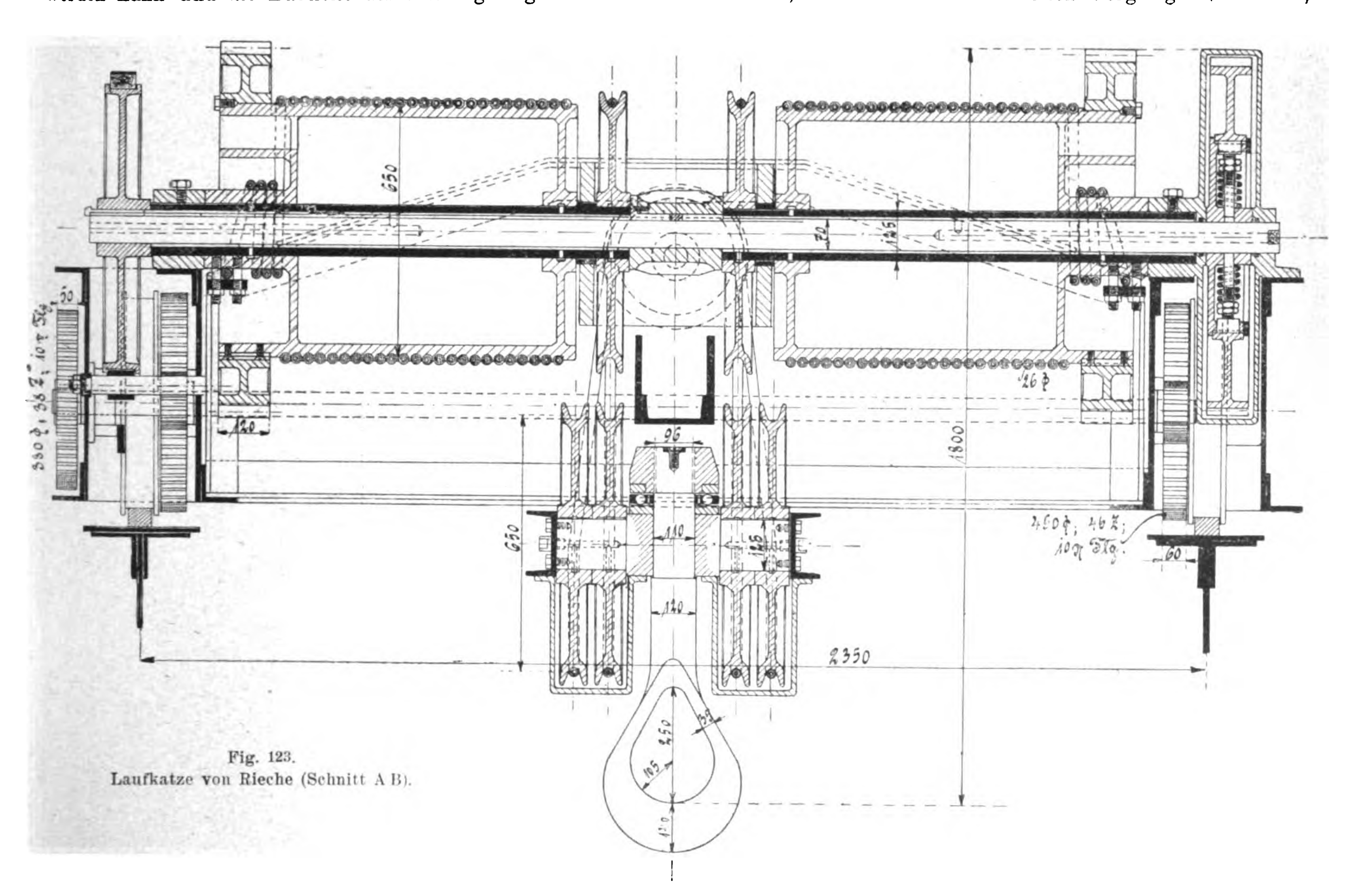


Fig. 123.
Laufkatze von Rieche (Schnitt A B).

Alle Trommeln laufen lose auf festgelagerten Achsen, die Hilfstrommel auf der Achse eines Laufrades. Die Antriebsstirnräder sind auf den Trommelmantel aufgekeilt und durch Schrauben gesichert. Die beiden durch Seitenkränze verstärkten Ritzel *a* sind für die grossen, Ritzel *b* für die kleinen Trommeln bestimmt. Die Welle *c* lässt sich, wie aus der Figur leicht ersichtlich, durch ein Handrad verschieben. Das grosse Stirnrad ist auf einer Welle *d* befestigt, die sich in Gusseisenlagern dreht, welche in die Zwischenlängsträger eingelassen sind. Mit dieser hohlen

[1]) D. R. P. a.

Welle werden die Ritzel *a* und *b* durch Klauenkupplungen *g* und *h* verbunden.

In der gezeichneten Stellung ist Welle *c* ganz nach rechts verschoben und Kupplung *g* eingerückt, deren eine Hälfte das auf *c* aufgekeilte Sperrad *e* bildet. Damit treten die Hubritzel *a* in Wirksamkeit, die mit ihrer Welle durch Federn verbunden aber durch Anschläge verhindert sind, deren Verschiebung mitzumachen. Die Kupplung *h* ist ausser Eingriff. Am freien Fall wird die Unterflasche des kleinen Hubwerks durch das Sperrad *f* gehindert, dessen mit Gewicht belasteter Sperrzahn in dieser Stellung eingreift und das Ritzel *b* festhält.

Wird nun die Welle *c* nach links verschoben, so kommt Kupplung *g* ausser Eingriff, gleichzeitig aber fällt der Sperrzahn des Sperrades *e* ein und verhindert die Welle *c* sich zu drehen, setzt also das grosse Hubwerk still. Stattdessen setzung nur 1 : 4 bezw. 1 : 2. Zum Ausgleich bei ungleichmässiger Seildehnung dient eine im Katzenrahmen fest gelagerte Rolle. Bei der Ausbildung des Flaschenzuges ist darauf Rücksicht genommen, dass die Seile nur wenig aus der Mittelebene der Rollen abgelenkt und nur in einem Sinne gebogen werden.

Die Trommel wird, um an Baubreite zu sparen, bis auf den letzten Gewindegang ausgenutzt. Die im Anfang immer auftretende Seildehnung würde daher ein Aufziehen des Hakens in die höchste Stellung in kurzer Zeit unmöglich machen, wenn nicht dafür gesorgt wäre, dass das Seil in einfacher Weise nachgespannt werden kann. Daher ist, wie Fig. 123 und 126 zeigen, das Seil um die Trommelnabe geschlungen und mit Schrauben leicht lösbar festgeklemmt.

Besondere Beachtung verdient die Aufhängung des Hakens an der Unterflasche, die mit Rücksicht auf Ersparnis

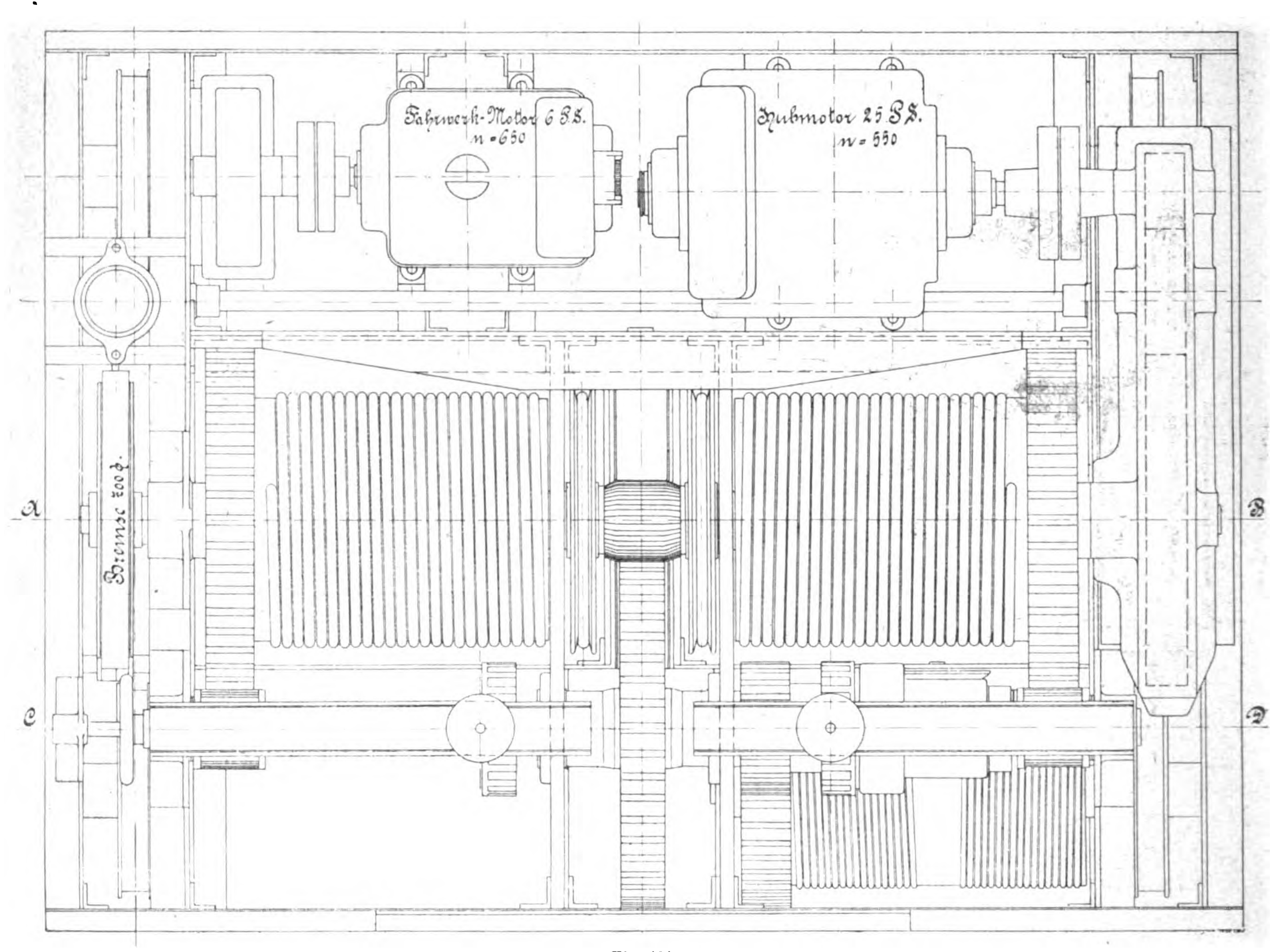


Fig. 124.
Laufkatze von Rieche (Grundriss).

wird Kupplung *h* und damit Ritzel *b* eingerückt, während der zugehörige Sperrzahn an der schrägen Fläche des Sperrades hinaufgleitet und ausser Eingriff kommt.

Durch die selbstthätige Sperrung des nicht in Thätigkeit befindlichen Getriebes[2]) ist jede Sicherheit gegen Unglücksfälle durch unvorsichtiges Ausrücken gegeben. Falls die Zähne der Kupplungen beim Einrücken nicht aufeinander passen, muss der Führer den Motor in der Hubrichtung anlaufen lassen.

Die Abmessungen der Trommelvorgelege sind $t = 15\,\pi$, $z = {}^{12}/_{60}$, bezw. $t = 15\,\pi$, $z = {}^{23}/_{37}$, die Trommeldurchmesser 650 und 475 mm.

Die Unterflasche hängt beim grossen Hubwerk in 8, bei der Hilfswinde in 4 Strängen, doch beträgt die Ueber- an Bauhöhe so ausgebildet ist, dass der zwischen den Rollen hochgeführte Hakenschaft sich mit Kugellager unmittelbar auf die Rollenachse stützt.[3]) Durch den doppelten Anzug des Seiles wird vermieden, dass die Unterflasche sich schief stellt, wie es bei einseitigem Seilangriff infolge der höheren Spannungen in den ersten Seilsträngen geschieht und Biegungsspannungen im Hakenschaft zur Folge haben kann.

Wenn der Haken sich seiner höchsten Stellung nähert, so wird der Führer durch elektrische Glockensignale aufmerksam gemacht. Falls diese nicht gehört werden sollten, stösst die Flasche an die Katze an. Damit in solchem Falle kein Bruch oder Beschädigung des Motors eintritt, ist in das grosse Rad des Motorvorgeleges eine Ueberlastungskupplung eingebaut, die auch sonst in Thätigkeit tritt, wenn

[2]) D. R. P. a.

[3]) D. R. P. 137336.

Lasten von der $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ fachen zulässigen Maximallast an den Haken gehängt werden. Die Wirkung dieser, schon in Stahl und Eisen 1901, S. 285 beschriebenen Kupplung[4]) ist nach Fig. 127 und 128, die jener Zeitschrift entnommen sind und für einen etwas anderen Einbau gelten, leicht zu verstehen. Vier durch Spiralfedern nach aussen gepresste Sperrzähne, die sich mit der getriebenen Welle drehen, legen sich in Vertiefungen ein, die in den Kranz einer auf der treibenden Welle aufgekeilten Scheibe eingeschnitten sind. In Fig. 123 tritt an Stelle dieser Scheibe das Zahnrad. Im Betriebe legen sich die schrägen Flächen gegen einander, und der Umfangsdruck sucht durch Keilwirkung die Federn zusammenzudrücken, die sich durch Muttern der gewünschten Uebertragungsfähigkeit entsprechend einstellen lassen. Die Kraft,

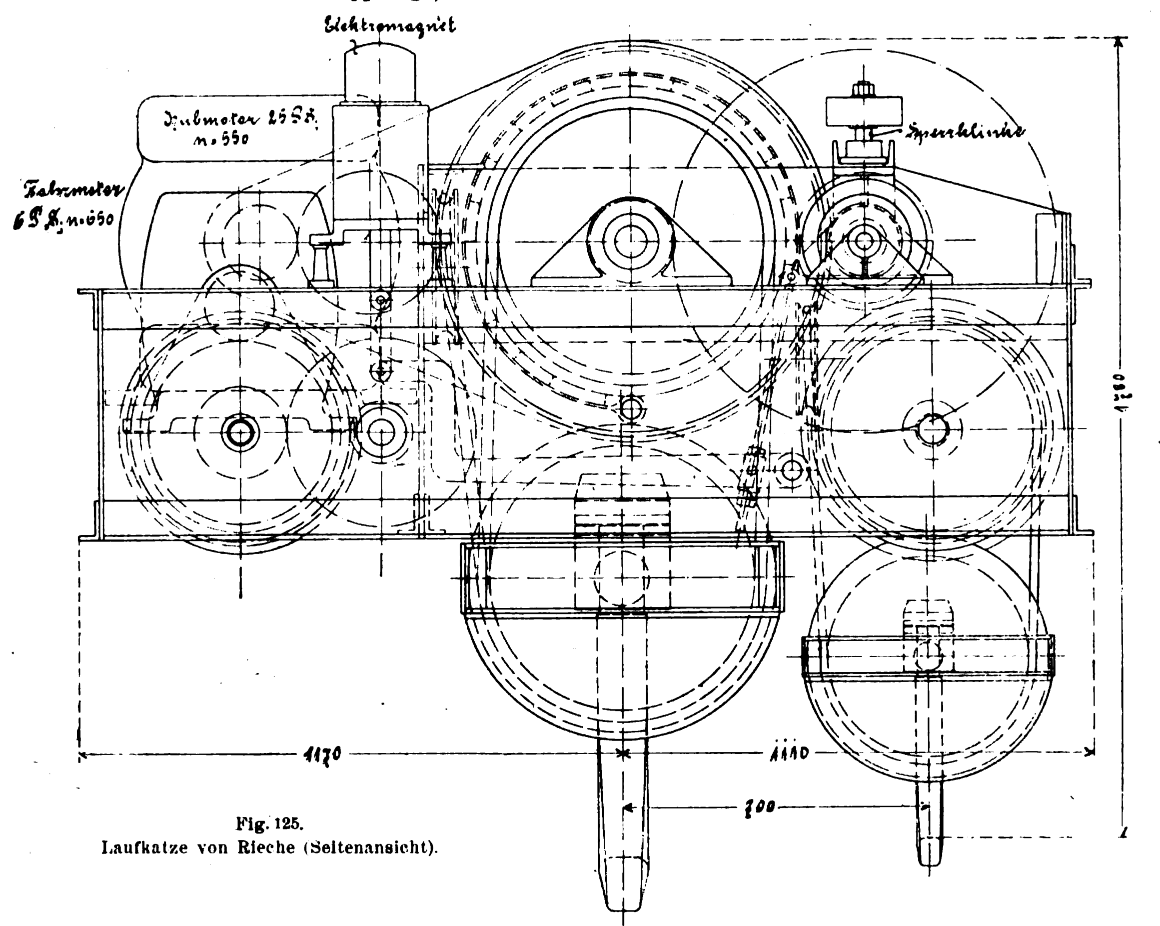


Fig. 125.
Laufkatze von Rieche (Seitenansicht).

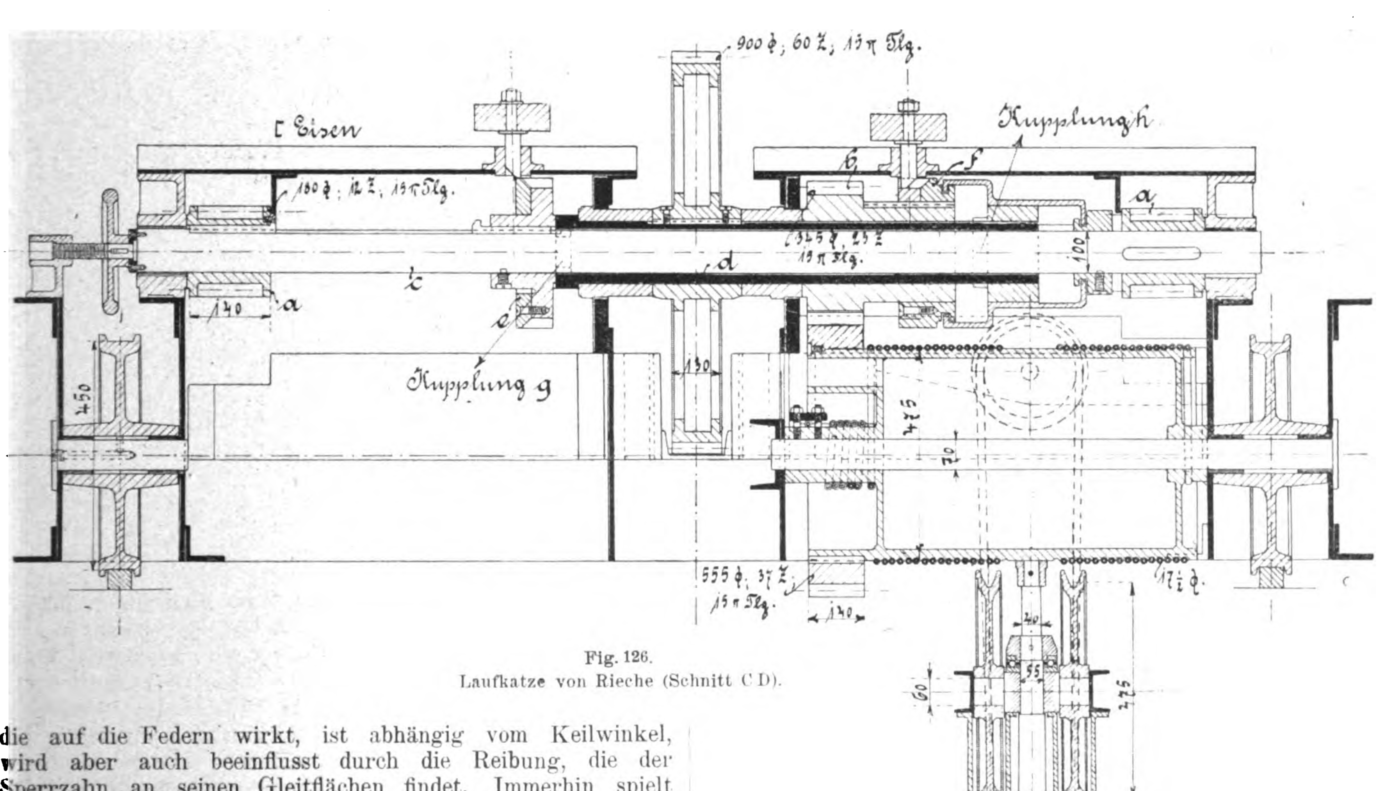


Fig. 126.
Laufkatze von Rieche (Schnitt C D).

die auf die Federn wirkt, ist abhängig vom Keilwinkel, wird aber auch beeinflusst durch die Reibung, die der Sperrzahn an seinen Gleitflächen findet. Immerhin spielt die Reibung hier eine Nebenrolle, und die Kupplung lässt sich daher jedenfalls viel genauer auf eine bestimmte Umfangskraft einstellen, als eine Reibungskupplung, deren Uebertragungsfähigkeit dem Reibungskoeffizienten direkt proportional ist. Demnach darf man annehmen, dass die Kupplung ihre Aufgabe, Ueberlastung fernzuhalten, wirklich zu erfüllen in der Lage ist, was von Reibungskupplungen für den gleichen Zweck nur in sehr beschränktem Masse erwartet werden darf.

Die Hubgeschwindigkeiten für volle Belastung ergeben sich aus den angeführten Abmessungen wie folgt:

[4]) D. R. G. M. 144900.

Haupthubwerk, Maximallast 40 t:

$$v = 550 \cdot \frac{22}{110} \cdot \frac{12}{60} \cdot \frac{12}{60} \cdot \pi \cdot 0,65 \cdot \frac{1}{4} = 2,2 \; ^{m}/_{Min.}$$

Hilfshubwerk; Maximallast 8 t:

$$v = 550 \cdot \frac{22}{110} \cdot \frac{12}{60} \cdot \frac{23}{37} \cdot \pi \cdot 0,475 \cdot \frac{1}{2} = 10 \; ^{m}/_{Min.}$$

Die Hubhöhe beträgt 10 m.

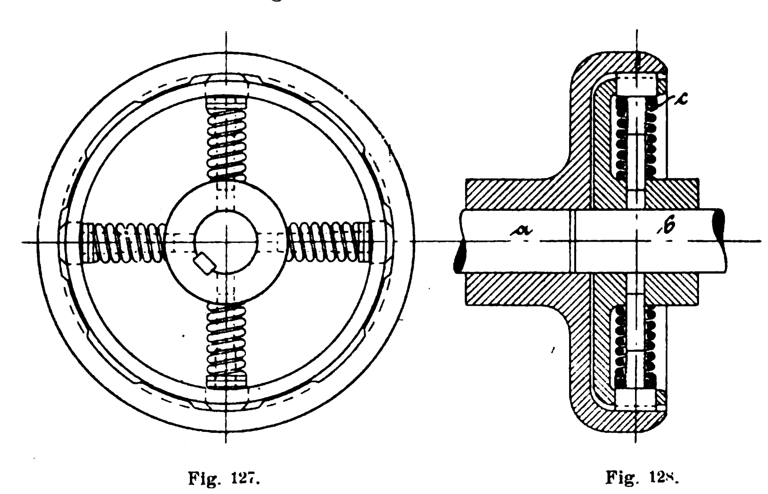


Fig. 127. Fig. 128.

Zum Festhalten der Last dient die schon erwähnte Bandbremse mit Lüftmagnet, während beim Senken der Motor als Stromerzeuger arbeitet. Die elektrische Ausrüstung ist von *Helios* geliefert und entspricht der auf S. 434 f., Jahrg. 1902, beschriebenen Ausführung für den 30 t Kran der *Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft.*

Für den Antrieb des Fahrwerks ist ein 6pferdiger Motor mit 650 Umdrehungen gewählt, der mit dreifachem Rädervorgelege zwei Laufräder antreibt. Die letzte Vorgelegewelle ist über die Katzenbreite durchgeführt und greift in die Zahnkränze der auf Bolzen lose drehbaren Laufräder ein. Auch hier ist in das erste Vorgelege eine Ueberlastungskupplung eingebaut, die wohl vor allem dann in Wirkung tritt, wenn der Führer das Glockensignal nicht beachtet hat und die Katze gegen die Begrenzungen der Fahrbahn anfährt. Die erste Vorgelegewelle ist ähnlich gelagert wie beim Hubwerk, die Fahrgeschwindigkeit ist 24 $^{m}/_{Min.}$ bei angehängter Höchstlast und ca. 40 $^{m}/_{Min.}$ bei leerem Haken.

Die Länge der Katze in Richtung der Fahrbahn beträgt 2260 mm, die Breite 2760 mm. Die Entfernung vom Hakenmaul bis Oberkante Katze ist ca. 1800 mm.

Die aus Fachwerk konstruierten Kranbrücken der Laufkrane von *H. Rieche* weisen die Eigentümlichkeit auf, dass an Stelle der inneren Spurkränze der Laufräder Führungsrollen treten, die geringere Reibung ergeben als jene. Die äusseren Spurkränze sollen nur im Notfall zur Wirkung kommen.[5]) Der Führerkorb wird, wenn es im Interesse vollkommener Ausnützung des Werkstattraumes wünschenswert erscheint, höher gelegt als sonst üblich. Falls dabei der freie Ausblick beschränkt wird, kann dem Führer durch Winkelspiegel die Last bequemer sichtbar gemacht werden. Da der Führer zum Umkuppeln der Hubwerke die Katze zu sich heranzufahren und das Handrad zu bedienen hat, so muss dessen Lage von der Höhe des Korbes abhängig sein. Wenn erforderlich, wird es tiefer gelegt, als in Fig. 126 gezeichnet, und die Welle mit Hilfe eines Hebels verschoben.

(Fortsetzung folgt.)

[5]) Vergl. Stahl und Eisen 1901, S. 228.

Wert und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase.

Von **A. Dosch**, Köln.

(Schluss von S. 112 d. Bd.)

Die Absorptionsgefässe e_1 bis c_3 (resp. c_1 und c_2, siehe Fig. 46 S. 112) bestehen aus dem eigentlichen Absorptionsgefäss, welches mit Glasröhren gefüllt ist und einem Mantelgefäss, welches das erstere umschliesst. In den so entstandenen Ringraum treten die Absorptionsflüssigkeiten ein. Unten haben die Doppelgefässe einen Tubus, durch welchen die Glasröhren eingeführt werden können, durch welchen aber auch mittels Schläuche l_1 bis l_3, die mit Quetschhähnen geschlossen sind, die Entleerung und Füllung mit den Absorptionsflüssigkeiten erfolgt. Auf diese Weise ist erreicht worden, dass der Apparat äusserst transportsicher wurde und zugleich das Füllen und Entleeren der Rohre gestattet, ohne einen Teil des Apparates abbauen zu müssen. Jedes Umschliessungsrohr der Gefässe c ist oben mit einem angeschmolzenen Glasrohr versehen, über welches je ein Gummiballon zur Abhaltung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft geschoben wird.

Eine kleine Vorrichtung, die jedoch von wesentlicher Bedeutung für das bequeme Arbeiten mit dem Apparat ist, ist der drehbare Schlauchhalter h. In ihm wird der Schlauch des Saugers, der oben an die Bürette anschliesst, und der Gasentnahmeschlauch d, welcher zum Filter e führt, eingelagert. Die Schläuche können infolgedessen nicht knicken und werden gleich oben seitwärts vom Apparat geführt, so dass sie handgerecht untergebracht sind, aber das Arbeiten an den Hähnen und das Ablesen an der Bürette nicht hindern. Für den Transport kann der Schlauchhalter in den Kasten zurückgedreht werden.

Die Absorptionsflüssigkeiten sind in Vorratsflaschen n_1 bis n_3 mit Patentverschluss untergebracht, die in 3 Abteilungen des Kastens transportsicher lagern. Ein beigegebener kleiner Trichter m dient zum Füllen der Absorptionsrohre. In der Abteilung o findet die Niveauflasche i Platz, während der Sauger g_1 und kleinere Teile in dem Fache p untergebracht sind. Die Transportflaschen und die Niveauflasche werden für den Transport selbst in zugehörige Friesstücke gehüllt.

Die Handhabung und sonstige Inbetriebsetzung des Apparates ist ähnlich, wie die der früheren und dürfte nach der Beschreibung und Handhabung der oben behandelten Apparate unschwer zu erkennen sein.

5. *Apparat nach Arndt.*[1])

Wie des öfteren schon darauf hingewiesen wurde, ist es in der reinen Praxis nicht immer möglich, ganz genaue Heizgasuntersuchungen anzustellen, d. h. ausser Kohlensäure auch Sauerstoff, Kohlenoxyd, Wasserstoff u. s. w. zu bestimmen, sondern man wird und muss sich oft damit begnügen, nur den Kohlensäuregehalt festzustellen. Es ist daher für solche Fälle auch nicht erforderlich, dass der Apparat Vorrichtungen zur Bestimmung anderer Gasarten enthält, wenn im übrigen nur auf recht praktische Anordnung für die Bestimmung der Kohlensäure Rücksicht genommen ist. Ein Apparat, welcher dieses Ziel erstrebt und wohl erreicht, ist derjenige von der Firma *Wwe. Joh. Schumacher* zu Köln.

Der Apparat besteht aus dem Messgefässe M (Fig. 48, resp. M_1 und M_2, Fig. 47), der Kautschukpumpe P, dem Filter F, dem Gefäss für die Kalilauge K und der aus dem Halter herausnehmbaren Flasche S. Die rechts oben im Kasten angebrachte Einfüllflasche E dient zum Einguss der Kalilauge; A ist das Absorptionsgefäss.

Das Messgefäss besteht aus den beiden Glasrohren M_1 und M_2 (Fig. 47, schematische Darstellung), welche oben und unten kommunizieren. In das Rohr M_1, welches im oberen

[1]) Firma *Wwe. Joh. Schumacher*, Köln u. *Ados, Feuerungstechnische Gesellschaft m. b. H.*, Aachen.

Teile kugelförmig erweitert ist, ist das Rohr r eingeschmolzen. Die Teilung für das Messgefäss ist derart angefertigt, dass das untere Ende des Rohres r gleichzeitig den Nullpunkt der Skala bildet (Fig. 48) und der Inhalt des Messgefässes M_1 plus dem Inhalte des Gefässes M_2 von diesem Nullpunkte an bis zur Marke m oberhalb der Vereinigung der beiden Schenkel des Messgefässes 100 ccm beträgt.

Zur Ausführung von Analysen wird das Absorptionsgefäss A durch die Flasche E mit Kalilauge gefüllt und zwar bis zum Ansatz des gebogenen Schlauches, welcher das Absorptionsgefäss mit dem Messgefäss verbindet. Hierauf wird die Senkflasche S herausgenommen und mit $^1/_3$ Glycerin und $^2/_3$ Wasser gefüllt, so dass letzteres beim Heben der Flasche durch das Messgefäss hindurch bis zu der eingravierten Marke m steigt. Ist dies erreicht, so soll der Boden der Flasche S eben noch mit der Flüssigkeit bedeckt sein.

Das Ende der Kautschukpumpe P wird mit dem Gasentnahmerohr in Verbindung gebracht, doch ist es vorteilhaft, wenn zwischen dieses und Pumpe nochmals ein Wattefilter geschaltet wird, um Verschmutzen der Pumpe durch Russ zu vermeiden.

Die Senkflasche S wird nun soweit gesenkt, dass die Gase ungehindert Eintritt in das Messgefäss haben. Durch Zusammendrücken der Kautschukpumpe treibt man die Gase durch das Filter in das Messgefäss und weiter durch das Rohr r ins Freie. Hebt man, nachdem man sicher ist, dass sich nur Gase in den Messrohrschenkeln befinden, die Senkflasche S

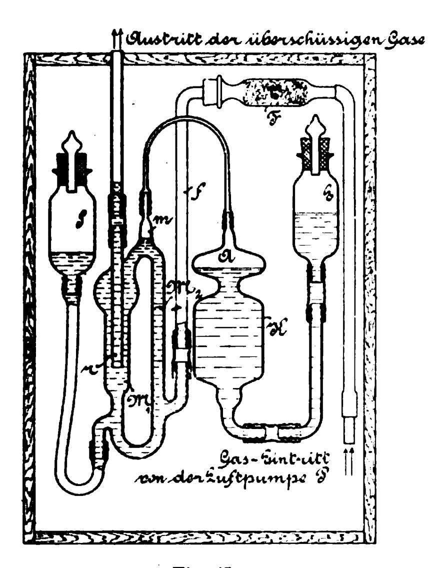


Fig. 47.
Schema des Apparates nach Arndt.

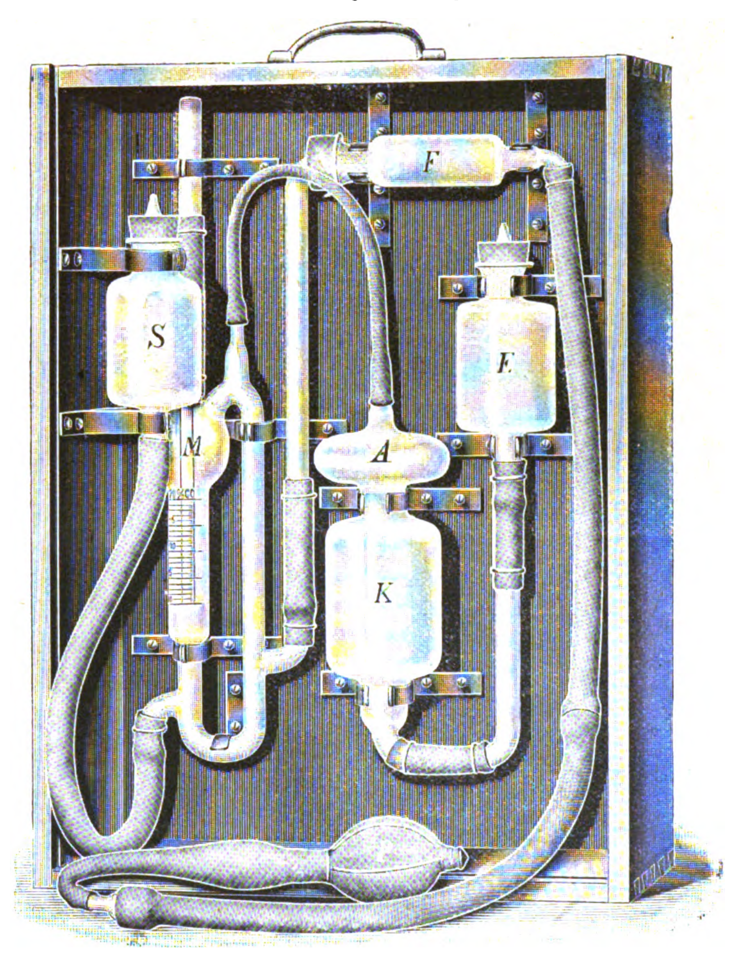


Fig. 48.
Absorptionsapparat nach Arndt.

so wird die Flüssigkeit in den beiden Schenkeln hochsteigen, zunächst die Mündung des Rohres f zum Filter F abschliessen und durch den gebogenen, dünnen Gummischlauch auf die Kalilauge in A drücken. Die Flasche S muss so weit gehoben werden, dass die Absperrflüssigkeit bis zur der Marke m steigt. Die Gase werden die Kalilauge aus dem Absorptionsgefäss A teilweise verdrängen und wird auf der dann entstehenden grossen Oberfläche der Kalilauge die Absorption der Kohlensäure vor sich gehen. Nach etwa 10 Sekunden wird Flasche S gesenkt und es wird jetzt die Flüssigkeit in dem Rohr r, die natürlich entsprechend höher stand, als Marke m, schneller sinken, als die Flüssigkeit in dem Messgefässe selbst. Allmählich wird Uebereinstimmung zwischen dem Stande der beiden Flüssigkeitsoberflächen eintreten. Die Höhenlage, bei der dies geschieht, zeigt die Prozente der im Gase enthalten gewesenen, absorbierten Kohlensäure unmittelbar an.

Wird nach 150 bis 200 Analysen die Absorption träge — was man daran erkennt, dass mit demselben Gas, wenn es noch einmal in das Absorptionsgefäss A gedrückt wird, ein höherer Gehalt erzielt wird — so muss die Kalilauge erneuert werden. Zu diesem Zwecke nimmt man die rechts oben befindliche Flasche E heraus, leert sie und füllt sie mit frischer Lauge.

6. Selbsttätig aufzeichnender Absorptionsapparat von Arndt.[2])

Die bisher behandelten Absorptionsapparate gestatten nur nach jedesmaliger Füllung und Handhabung seitens des Untersuchenden die Feststellung des jeweiligen Kohlensäuregehaltes. *Arndt* hat nun einen Apparat konstruiert, welcher den Prozentgehalt an Kohlensäure durch Absorption feststellt und hierbei den jeweils durch den Apparat bestimmten Gehalt selbstthätig aufzeichnet. Das Prinzip, nach welchem der Apparat arbeitet, resp. den Kohlensäuregehalt feststellt, ist an und für sich dasselbe, wie bei dem soeben beschriebenen Apparate.

Durch ein vom Schornsteinzug betriebenes Kraftwerk (vergl. weiter unten) wird die in Fig. 49 links stehende Flasche mit einer Sperrflüssigkeit, Glyzerin, in bestimmten Zeitabschnitten um den Hub H gehoben und gesenkt. Die Flasche steht mit dem Gasbehälter (Messgefäss) G_1 durch den Stutzen St_1 und dem Schlauch s_1 in Verbindung und kommuniziert somit das Glyzerin in der Flasche und G_1. In der höchsten Stellung der Flasche spielt die Sperrflüssigkeit auf Marke m_2 des Gasbehälters G_1 ein. Das Gefäss G_1 ist mit Teilung versehen und beträgt sein Rauminhalt zwischen den Teilstrichen 0 und 20 20 ccm, dasjenige von Null bis Marke m_2 100 ccm.

Solange das Glyzerin den Gaseintritt g_1 am Gefäss G_1 nicht abgeschlossen hat, können die in Pfeilrichtung I durch den Stutzen St_3 und Rohr s_2 eingepumpten Feuerungsgase in G_1 frei zirkulieren und durch das Rohr r_1 im Gasbehälter weiter durch Rohr s_3 in Pfeilrichtung II in die Atmosphäre treten. Durch selbsttätiges Heben der Flasche steigt das Glyzerin im Gefäss G_1, versperrt zunächst den Gaseintritt g_1 und verhindert somit das weitere Eintreten der Rauchgase in das Messgefäss. Die dann noch unter dem Pumpendrucke ankommenden Gase sind genötigt, durch das Sperrgefäss S_6 unter Ueberwindung der Flüssigkeits-

[2]) Ados, Feuerungstechnische Gesellschaft, G. m. b. H., Aachen.

säule h durch Stutzen St_2 in die Atmosphäre zu treten. Es werden so von dem gesamten Inhalte der Pumpenglocke etwas mehr als 100 ccm Gas zwecks Analyse abgefangen, während der Rest in die Atmosphäre zurücktritt.

Wird nun die Flasche weiter gehoben, so wird die Sperrflüssigkeit bei Erreichung des Nullpunktes der Skala in dem Apparate eine Gasmenge von 100 ccm von atmosphärischer Spannung eingeschlossen haben. Diese wird nun bei weiterem Glyzerin, in welches eine mit Führungsspitzen versehene Tauchglocke T eintaucht. Bei dem Eindringen der Kalilauge in den Luftraum a_2 nach geschlossenem Röhrchen r_3 wird nun eine entsprechende Luftmenge durch Schlauch s_5 unter die Glocke T gedrängt. 20 ccm werden benötigt, um Glocke T bis zum Mitnehmerstifte W_1 des Registrierhebels R zu heben. Die weiter noch bleibenden 20 ccm abzüglich der von der Kalilauge absorbierten Kohlensäure werden zur

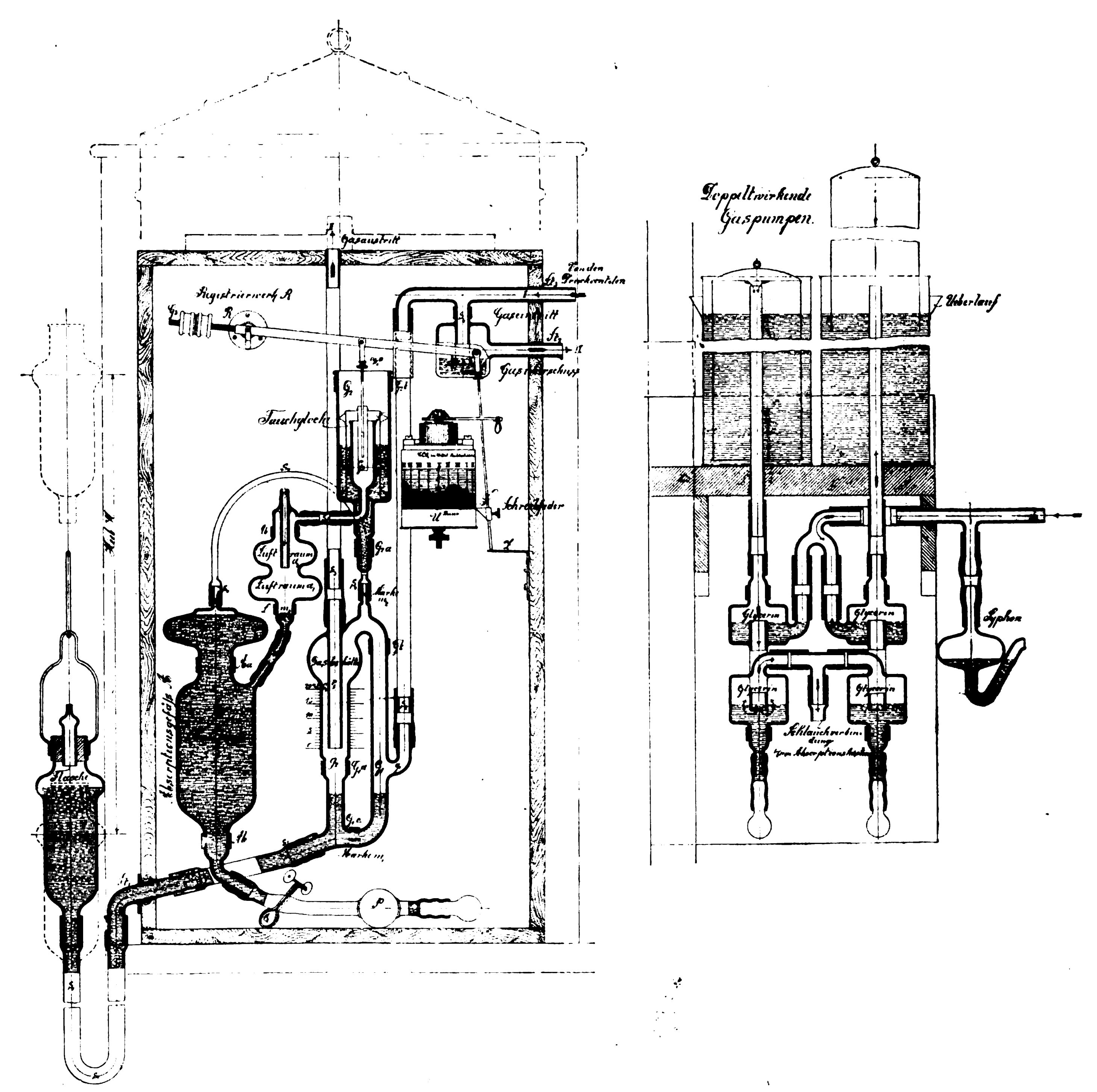


Fig. 49.
Selbsttätig aufzeichnender Absorptionsapparat von Arndt.

Steigen der Sperrflüssigkeit bis zur Marke m_2 durch das dünne Rohr s_4 auf die Absorptionsflüssigkeit (Kalilauge) im Gefässe A gedrückt. Hierbei wird die Kohlensäure absorbiert und die Kalilauge von dem Rest der Gase verdrängt. Letztere steigt durch den engen Gummischlauch über Marke m_3 in den Luftraum a_1, versperrt bei weiterem Steigen die Oeffnung des Rohres r_3 und hat in diesem Augenblick etwa 60 ccm atmosphärische Luft durch r_3 in die Atmosphäre verdrängt.

Der nun nach unten hydraulisch abgeschlossene Luftraum a_2 ist oben mit dem im Gefässe G_2 eingegossenen Glasstutzen G_3 verbunden. In dem Glase G_2 befindet sich Aufzeichnung des Diagramms, d. h. zum Heben der Schreibfeder F durch den Hebel R, vermöge Steigens der Kalilauge im Luftraume a_2, der damit verbundenen Luftverdrängung und hierdurch wieder bewirktes Steigen der Glocke T benutzt. Diese letztere wird also um so weniger gehoben, je mehr Kohlensäure in den Heizgasen vorhanden war und umgekehrt. Entsprechend wird die Feder F eine um so höhere Linie auf dem Diagrammstreifen aufzeichnen, je weniger Volumenprozente Kohlensäure die im Apparate eingeschlossenen Gase enthielten.

Die von einem kleinen Konsol Z gestützte Schreibfeder F

bewegt sich auf einer Trommel auf und ab, die den Diagrammstreifen trägt; diese Trommel macht, durch ein Uhrwerk getrieben, in 24 Stunden eine Umdrehung.

Hat das Glyzerin seinen höchsten Stand bei Marke m_2 im Gasbehälter erreicht, ist mithin die Flasche in ihrer höchsten Stellung, so ist die Analyse beendet. Es tritt ein selbstthätiger Hubwechsel der Flasche ein und die letztere, sowie die Sperrflüssigkeit in G_1 sinkt, ebenso die Kalilauge

Der ganze Apparat befindet sich in einem mit einer abschliessbaren Glasthüre versehenen Holzkasten.

Kontrollieren lassen sich die durch Schreibfeder F aufgezeichneten Angaben, indem man beim Sinken der Flasche die beiden Flüssigkeitsspiegel im Messgefässe G_1 und Rohr r_1 beachtet. Der Teilstrich, an welchem beide Flüssigkeitsspiegel auf einer Höhe stehen (vergl. den Vorgang bei dem vor diesem beschriebenen Handabsorptionsapparate), giebt den wirklichen Kohlensäuregehalt an und muss die Aufzeichnung der Feder F mit diesem übereinstimmen.

Das Ansaugen und Weiterdrücken der Gase durch den Apparat geschieht durch eine doppeltwirkende Gaspumpe. Dieselbe besteht aus den Gefässen A und B (Fig. 50), welche

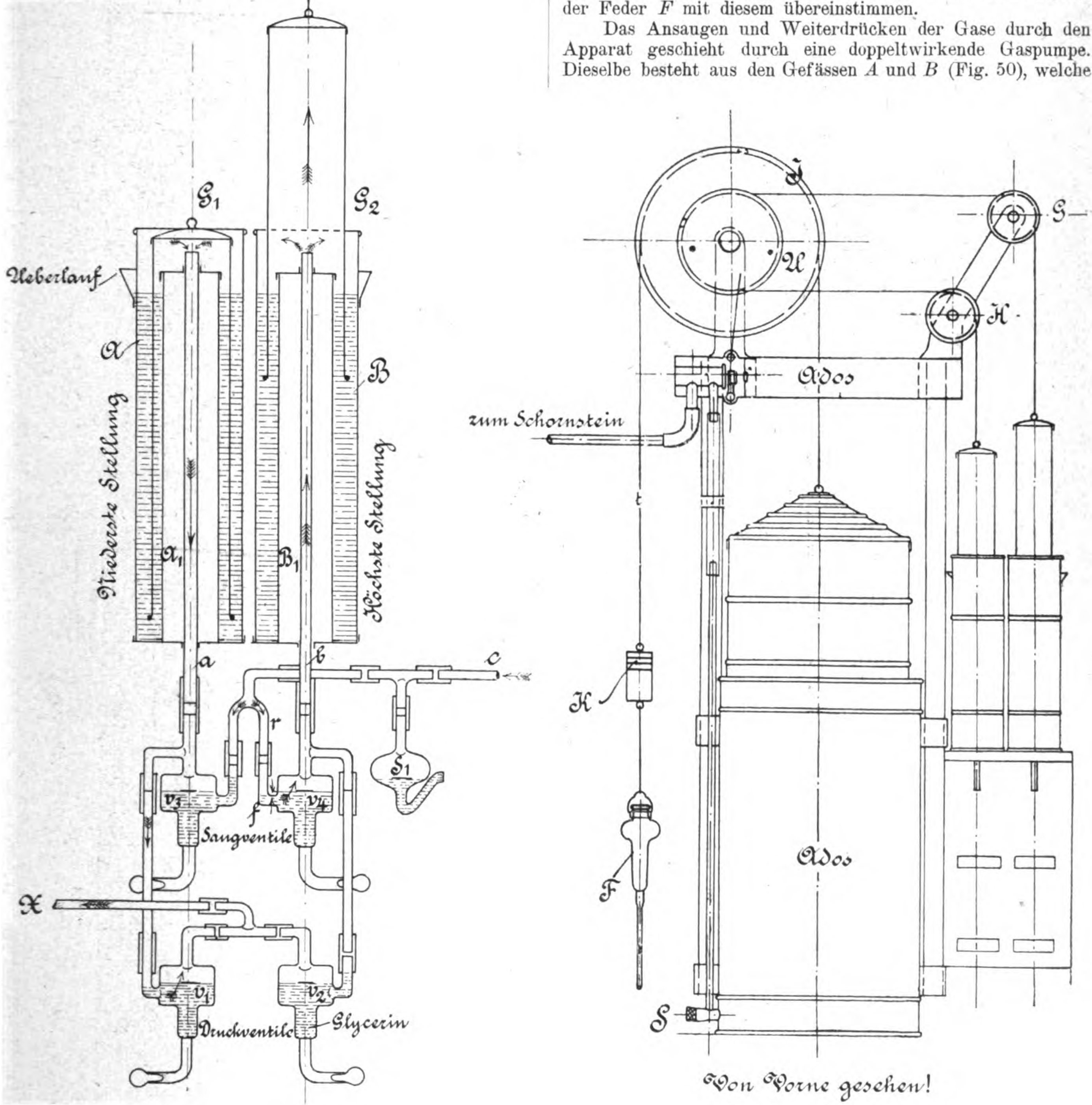


Fig. 50. Gaspumpe.

Fig. 51. Kraftwerk.

in a_1, während sie in A steigt, hierdurch aber das von der Kohlensäure befreite Gas nach G_1 zurückdrängt, und werden mit den durch den Gasbehälter neu angesaugten Gasen in die Atmosphäre befördert. Da die Pumpen ungefähr das Dreissigfache des zu einer Analyse erforderlichen Gases fördern, so ist genügende Sicherheit vorhanden, dass die neu zu analysierende Gasprobe keinerlei Gasreste der vorangegangenen enthält.

Auf diese Weise wiederholen sich die einzelnen Gasanalysen ganz selbstthätig alle 10 Minuten oder öfter, je nachdem man das Kraftwerk schneller oder langsamer durch Stellen des im Verbindungsrohr zum Schornsteinzug eingeschalteten Quetschhahnes Q (Fig. 51) arbeiten lässt.

bis zu einem Ueberlauf mit Wasser gefüllt sind und durch deren Boden je ein Saugrohr a und b geführt ist. In die Sperrflüssigkeit tauchen zwei Pumpenglocken G_1 und G_2, die abwechselnd saugen und drücken.

Wird nun z. B. die Glocke G_2 vom Kraftwerk gehoben, so entsteht unter der ersteren eine Luftverdünnung und die Glocke saugt das von c ankommende Gas nach Ueberwindung der kleinen Flüssigkeitssäule f an. Tritt Hubwechsel ein, so drückt die Glocke G_2 die Gase durch Ventil V_4 und V_2, die Gase überwinden wieder eine Flüssigkeitssäule gleich f und werden in der Pfeilrichtung in den eigentlichen Apparat gedrückt. Gas, welches durch ein Ventil gegangen ist, kann nicht mehr durch dasselbe zurück. Beim Heben und Senken

der Glocke G_1 arbeiten die Ventile V_3 und V_1 in entsprechender Weise. Die Ventile werden bis zur Marke mit reinem Glyzerin gefüllt.

Zur Bethätigung sowohl der Gaspumpen, als auch zum Heben und Senken der Glyzerinflasche, dient das Kraftwerk (Fig. 51). Dasselbe besteht aus einem Behälter, welcher bis zur Marke mit einer Sperrflüssigkeit (Wasser) gefüllt ist. Um das Gewicht des Behälters zu vermindern, befindet sich im Innern ein Hohlzylinder, der zugleich dazu dient, das Saugrohr oben festzuhalten. Eine Glocke taucht in die Sperrflüssigkeit. Am Gehäuse ist ein Holzgestell befestigt, dass die Schnurscheiben J, G, H und ein Ventil trägt. Die Luftkammer des letzteren ist mit dem Schornstein durch ein Rohr verbunden.

Bei geschlossenem Ventil erstreckt sich der Schornsteinzug von der Luftkammer des Ventils durch einen Schlauch und Rohr unter die Glocke, erzeugt dadurch Luftverdünnung und der atmosphärische Luftdruck drückt die Glocke herab. Auf der Scheibe J befinden sich nun zwei Mitnehmerstifte, die einen Hebel abwechselnd von der einen Seite auf die andere werfen. Es würde dementsprechend der eine Mitnehmer, wenn angenommen wird, dass das Ventil geschlossen ist, den Hebel über die Vertikale werfen und infolgedessen würde sich das Ventil öffnen. Der Schornsteinzug kann sich nun nicht mehr bis unter die Glocke erstrecken, da die unmittelbare Luftverbindung hergestellt ist und der Druckunterschied auf und unter der Glocke ist nicht mehr vorhanden. Ein ausbalanziertes

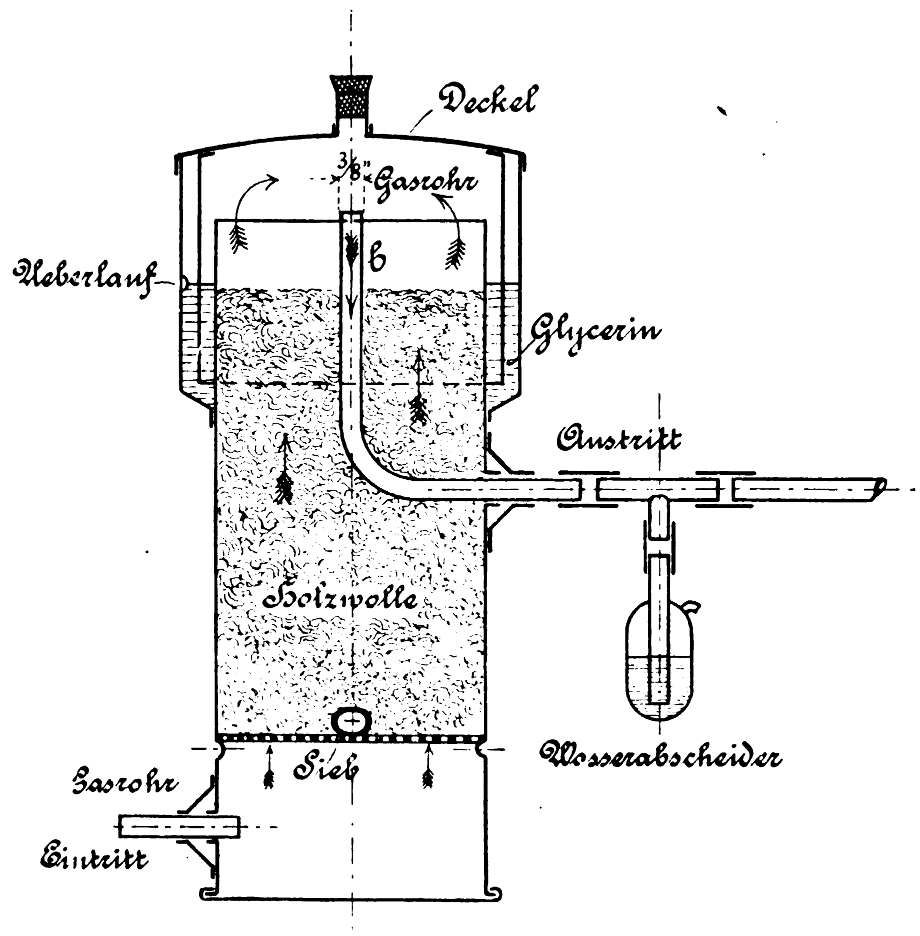


Fig. 52. Gasfilter.

Gegengewicht K zieht nun die Glocke so lange in die Höhe, bis der andere Mitnehmer den Hebel wiederum über die Vertikale wirft und so das Ventil wieder schliesst, worauf die Glocke, da nunmehr der Schornsteinzug in Thätigkeit tritt, wieder sinkt. Auf diese Weise wiederholt sich das Spiel ununterbrochen. Zwischen Luftkammer des Ventils und dem Rohr befindet sich eine Quetsche, mit deren Hilfe man die Zugstärke drosseln kann.

Um den Apparat ausser Thätigkeit zu setzen, entfernt man aus dem Rohre unten den Stöpsel S.

Als Gasfilter, welcher möglichst unmittelbar nach dem Austritt des Gasentnahmerohres aus dem Kessel in die Gaszuleitung eingeschaltet wird, wird hier der in Fig. 52 dargestellte Apparat benutzt, dessen Konstruktion aus der Figur ohne weiteres zu ersehen sein dürfte.

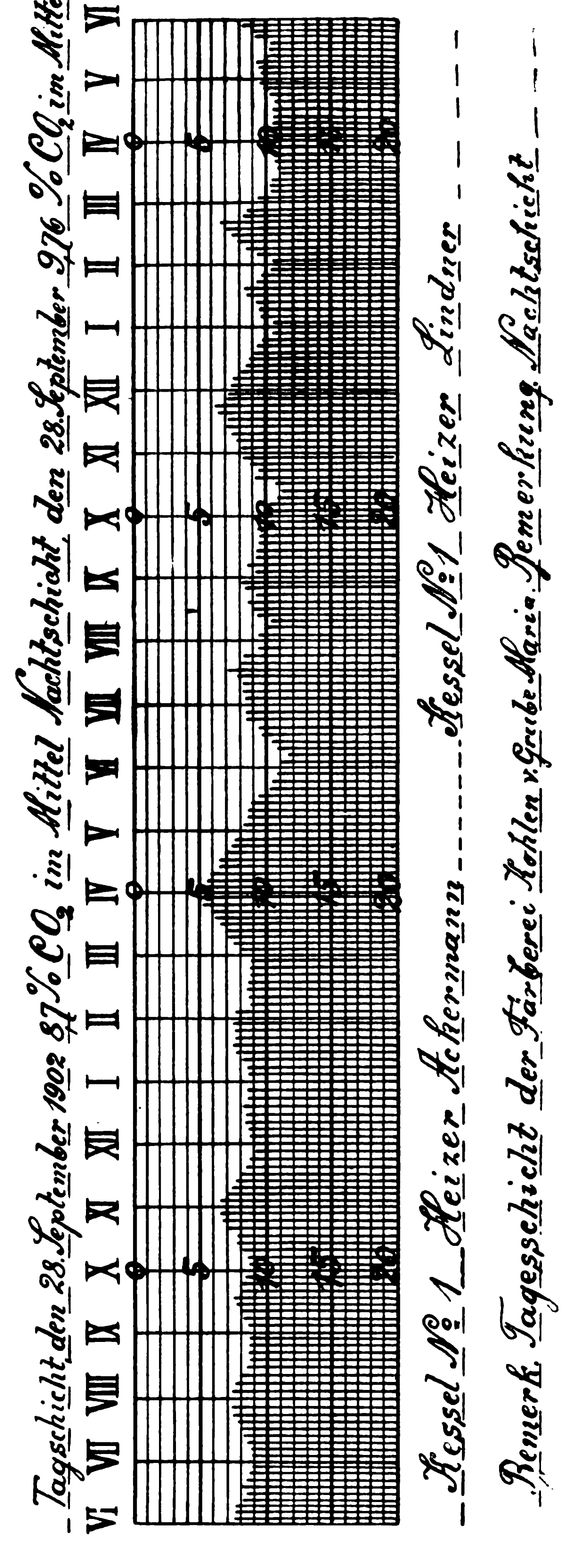


Fig. 53.

Das Diagramm Fig. 53 stellt die Aufzeichnung des Apparates während einer Arbeitsschicht von 24 Stunden dar. Beim Beurteilen des Diagramms ist zu beachten, dass hier die weisse Fläche die Kohlensäureprozente bedeuten, welche von der oberen Begrenzungslinie des Diagrammes aus zu rechnen sind. Der Kohlensäuregehalt wird also um so grösser, je geringere Höhen die im Diagramm aufgezeichneten Senkrechten annehmen.

d) Rauchgas-Sammelapparate.

Die vorstehend beschriebenen Apparate zur Bestimmung der Kohlensäure sollen durchaus keine Aufzählung aller hier überhaupt inbetracht kommenden Apparate sein, sondern es sollte nur insofern etwas Vollständigkeit angestrebt werden, als alle in der Dampfkessel- und Feuerungspraxis brauchbaren und teilweise in Verwendung stehenden Apparate und Vorrichtungen genannt werden sollten. Sie Alle bedürfen, mögen sie nun zur stetigen Anzeige oder zur zeitweisen Feststellung des Kohlensäuregehaltes dienen, einer entsprechenden Wartung, um sie in betriebsfähigem Zustande zu erhalten und die Angabe richtiger Ergebnisse zu sichern. Insbesondere betrifft dies alle selbstthätig aufzeichnenden Apparate, da bei diesen naturgemäss ausserordentlich viele Nebenapparate erforderlich sind, deren jeder einzelne eine gute Instandhaltung verlangt, um fortdauernd richtiges Anzeigen des Apparates zu bewirken.

Ferner gestatten sämtliche Apparate, den jeweiligen Kohlensäuregehalt unmittelbar nach der Entnahme der Gasprobe abzulesen und bieten somit für den Beobachter die Möglichkeit, unmittelbar ein Bild von dem jeweiligen Stande der Feuerungsanlage zu erhalten.

Könnte man nun für eine einmalige Untersuchung einer Feuerung ohne grosse Kosten einen selbstthätig aufzeichnenden Apparat zur Aufstellung bringen, so würde man ohne weiteres über den ununterbrochenen Verlauf der Wirkungsweise der Feuerung unterrichtet sein. Es sind nun für vorübergehende Kessel- oder Feuerungsuntersuchungen derartige Apparate einesteils viel zu teuer, anderenteils ist die Aufstellung und Inbetriebsetzung mit ziemlich grossem Zeitverlust verknüpft, so dass man, wenn man eine fortdauernde Untersuchung der Heizgase zu haben wünscht, auf Handapparate angewiesen ist. Diese bedingen jedoch wieder das Vorhandensein einer entsprechenden Hilfskraft, welche die Untersuchungen auszuführen im stande ist, und deren Zeit, wenn die Versuche fortlaufend ausgeführt werden sollen, hierdurch ganz in Anspruch genommen sein würde. Um daher einesteils diese Hilfskraft zu sparen, andererseits aber auch eine Probe der mittleren Zusammensetzung der Heizgase zu haben, um im Laboratorium genauere Untersuchungen auf Kohlenoxyd etc. ausführen zu können, verwendet man mitunter sog. Rauchgassammelapparate.

Dieselben haben den Zweck, während der ganzen Versuchszeit einen kleinen Teil der Abgase anzusaugen und man hat dann mithin am Schlusse des Versuches einen Mittelwert der Rauchgaszusammensetzung; allerdings muss bekannt werden, dass man hierdurch den Vorteil, ein Bild von dem Verlauf der Wirkungsweise der Feuerung zu bekommen, aufgiebt, doch dürfte wohl für diese Fälle, um welche es sich hier handelt, der erstere Vorteil der grössere sein.

Am einfachsten benutzt man als derartigen Sammelbehälter ein Gefäss mit geaichtem Inhalte, welches vor Gebrauch mit Wasser gefüllt wird. Durch ein Wasserstandsglas mit Teilung lässt sich von aussen erkennen, wie weit die Füllung vorgeschritten ist. Die obere Oeffnung des Gefässes wird mit dem Gasentnahmerohr in Verbindung gebracht und nach Prüfung, ob die Zuleitung dicht ist, wird der Wasserablaufhahn geöffnet und es wird ein ununterbrochener Strom an Rauchgasen in den Apparat gesogen.

In etwas anderer Weise, wie den beschriebenen, äusserst einfachen Apparat bildet die Firma *Wwe. Joh. Schumacher* ihre Rauchgassammelapparate aus, welche insbesondere in Verbindung mit Rauchgaswagen[3]) geliefert werden (vergleiche weiter oben bei Beschreibung von *Arndts* Gaswage).

Dieser Apparat (Fig. 54) besteht aus dem zylindrischen mit Wasser gefüllten Gefässe *a*, in welchem sich die Tauchglocke *b* hebt und senkt. Ueber dem Wasser befindet sich eine dünne Oelschicht zur Verhinderung der Absorption der Kohlensäure. Am Kopfende eines Holzgestells *c* sind auf gemeinschaftlicher Achse die Rollen *d* und *e* befestigt. Rolle *d* ist durch eine Schnur mit der beweglichen Tauchglocke verbunden, Rolle *e* trägt an einer Schnur ein Gegengewicht *f* zur Ausbalanzierung der Glocke. Durch Aufsetzen des Bleigewichtes *g* wird die Glocke *b* gehoben, infolge dessen dieselbe Gase aus dem Gasentnahmerohr durch Gummischlauch *h* ansaugt. Auf diesem Wege gehen die Gase zwecks Reinigung durch die Filter *i* und *k*. Der unter den letzteren befindliche Wassersack *l* ist stets mit Wasser gefüllt zu halten. Neben den Filtern ist noch ein Schauglas *m* in die Leitung eingeschaltet, welches im unteren Teile mit Glyzerin gefüllt ist. Letzteres soll die untere Verbindung der **U** förmigen Glasröhre eben füllen, so dass Gase, die aus dem linken Schenkel kommen, in Form

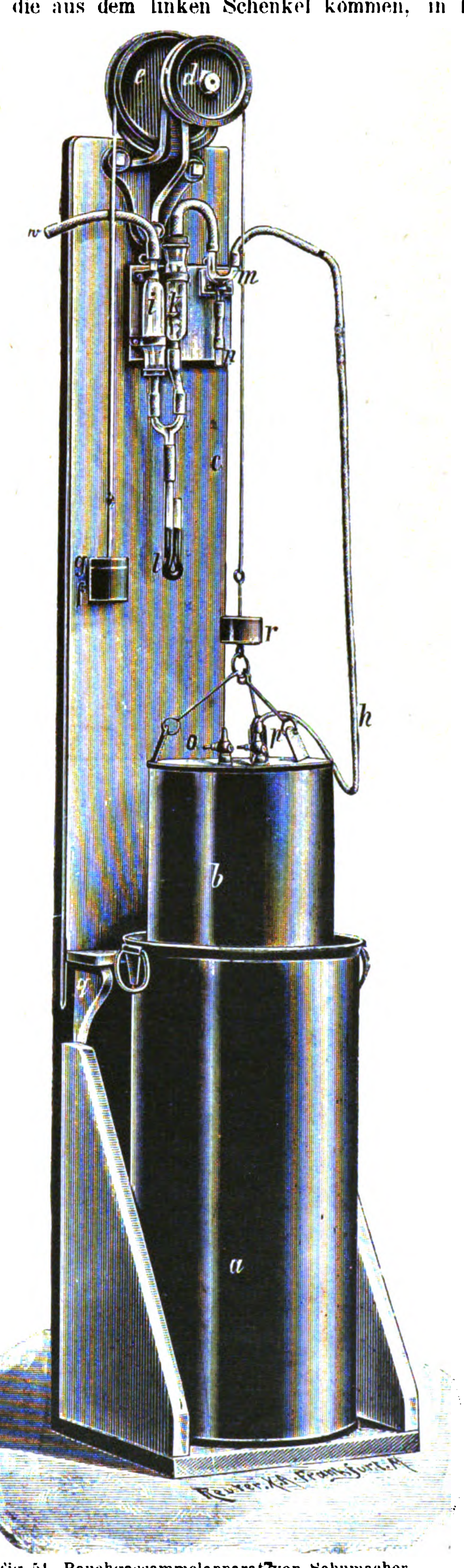


Fig. 54. Rauchgassammelapparat von Schumacher.

von Blasen im Glyzerin sichtbar werden. Der Stand des Glyzerins lässt sich durch Verlängerung und Verkürzung des im Gummischlauch verschiebbaren, senkrechten Mittelröhrchens *n* senken, bezw. heben.

In Betrieb gesetzt wird der Apparat, indem man das Bleigewicht *g* auf das Gegengewicht *f* setzt, das Hähnchen *o*

[3]) Dieselben können jedoch auch in Verbindung mit jedem anderen Apparate benutzt werden.

öffnet und die Glocke bis unter den Spiegel der im Gefässe a befindlichen Oelschicht niederdrückt, so dass alle Luft aus der Glocke entweicht. Jetzt schliesst man o, öffnet dagegen Hahn p für die Gaszuleitung und lässt die Tauchglocke steigen, bis man sicher ist, dass alle Luft aus der Rohrleitung, den Filtern u. s. w. entfernt ist. Alsdann schliesst man p wieder, öffnet o und drückt die Glocke nochmals unter den Oelspiegel, so dass auch dieses Gas aus der Tauchglocke entweicht. Die Hähne o und p werden nunmehr wieder umgestellt und der Apparat kann in Thätigkeit treten. Es erübrigt nur noch, Hahn p so einzustellen, dass die Glocke sich in einer bestimmten Zeit füllt. Um dies festzustellen, soll das Schauglas m dienen; treten etwa 30 bis 40 Gasblasen i. d. Minute durch das Glyzerin, so hebt sich die Glocke in etwa 10 Stunden einmal.

Am Ende des Hubes setzt sich das Gegengewicht unten auf ein Brettchen q, wodurch der Apparat zur Ruhe kommt und ein Heraustreten der Glocke unmöglich wird.

Um die im Behälter befindlichen Gase nach dem Kohlensäureuntersuchungsapparate zu leiten, verbindet man die Leitung w mit diesem, entfernt das lose Gewicht g von f und setzt es auf den Teller r über der Tauchglocke, welche dann langsam sinken wird und Gase in den Untersuchungsapparat treibt.

VII. Schlussbemerkungen.

Die atmosphärische Luft enthält 21,0 R—T Sauerstoff und 79,0 R—T Stickstoff (und Argon). Wenn daher der Gehalt der Rauchgase einer Feuerung an Sauerstoff (O_v) und Stickstoff (N_v) bekannt sein würde, so müsste sich verhalten:

$$\varphi : 1 = 21 : \left(21 - \frac{79}{N_v} \cdot O_v\right) = N_v : \left(N_v - \frac{21}{O_v} \cdot 79\right)$$

Dementsprechend ist

$$\varphi = \frac{21}{21 - \frac{79}{N_v} \cdot O_v} = \frac{N_v}{N_v - \frac{21}{O_v} \cdot 79} \qquad (52)$$

Ferner würde in diesem Falle das Rauchgasvolumen sein:

$$G_v = 1{,}854\, C + 1{,}854\, C \cdot \frac{O_v}{K_v} + 1{,}854\, C \cdot \frac{N_v}{K_v} + \frac{2\,S}{2{,}899} + \frac{9\,H + W}{0{,}806}$$

oder

$$G_v = 1{,}854\, C \cdot \left(1 + \frac{O_v + N_v}{K_v}\right) + \frac{2\,S}{2{,}899} + \frac{9H+W}{0{,}806} \qquad (53)$$

Hierbei würde also Voraussetzung sein, dass neben dem Prozentgehalte der Rauchgase an freiem Sauerstoff auch derjenige des Stickstoffes bekannt sei. Wenn nun auch ersterer, d. h. O_v in der Regel mit den meistgebräuchlichen Apparaten zur Rauchgasuntersuchung bestimmt werden kann, so ist das von dem Stickstoffgehalte (N_v) nicht ohne weiteres der Fall, wenn man nicht einfach annehmen will, alles Uebrige, nach Abzug der Kohlensäure und des Sauerstoffes sei Stickstoff. Zutreffend würde diese Voraussetzung in äusserst seltenen Fällen sein, da die Kohle zunächst immer etwas Schwefel enthält, ferner eine geringe Menge Stickstoff, ganz abgesehen von etwaigen Beimengungen noch brennbarer Gase, so dass man hiermit, selbst wenn die Verbrennung eine vollkommene war, nicht in allen Fällen genaue Werte erhalten wird.

Kennt man nun die Werte von K_v und O_v, so lässt sich schon aus der Summe dieser beiden Werte annähernd feststellen, ob die Verbrennung eine vollkommene war, oder ob etwa brennbare Gase in den Verbrennungsprodukten vorhanden sind. Wie zu Ende des IV. Abschnittes der Abhandlung festgestellt war, giebt für mittlere Verhältnisse die Summe von K_v und O_v ungefähr die Zahl 20, sodass, wenn man als Summe von K_v und O_v eine von dieser sehr abweichende Zahl erhält, man auf das Vorhandensein brennbarer Gase und mithin auf unvollkommene Verbrennung schliessen kann. Für $\varphi = 1$ müsste allerdings die Summe $K_v + O_v$, da $O_v = 0$ ist, den Wert von K_v annehmen. Für $\varphi = 1$ könnte daher dieser Wert wesentlich geringer werden als 20, wie z. B. Tabelle 4 erkennen lässt, worin K_v max. den Wert von 17,7 erreicht, so dass, wie bemerkt, dieses Verfahren nur ein Annäherungsverfahren bleibt. Immerhin ist aber zu bedenken, dass $\varphi = 1$ niemals erreicht werden kann. so dass der Näherungswert für die Praxis meist genügt.

Infolge des Umstandes, dass die Summe von $K_v + O_v$ durchschnittlich gleich 20 ist und in Berücksichtigung ferner, dass kleine Beimengungen anderer Gase meist vorhanden sein werden, wird der Wert von N_v in der Regel wenig von dem Wert 79 v. H. abweichen, so dass Gleichung

$$\varphi = \frac{21}{21 - \frac{79}{N_v} \cdot O_v}$$

übergeht in

$$\varphi = \frac{21}{21 - \frac{79}{79}\, O_v} = \frac{21}{21 - O_v} \quad . \; . \; . \quad (54\,a)$$

oder aber, da

$$K_v + O_v = 20$$

also

$$O_v = 20 - K_v$$

ist, so wird

$$\varphi = \frac{21}{21 - (20 - K_v)} = \frac{21}{1 + K_v} \quad . \; . \quad (54\,b)$$

d. h. man kann, wenn N_v für sich nicht bestimmt wird, zur ungefähren Ermittelung von φ mit derselben Genauigkeit kommen, als wenn N_v lediglich als Gasrest, nach Abzug von K_v und O_v, angesehen wird.

Es dürften die Gleichungen 54a und 54b jedenfalls in einfachster Weise die Feststellung der zugeführten Luftmenge zu der theoretisch notwendigen gestatten, wenn es auf grössere Genauigkeit nicht ankommt, oder wenn die genaue Zusammensetzung des Brennstoffes nicht bekannt war, da in der Gleichung als Unbekannte nur K_v resp. O_v vorkommt.

Um den Wert sämtlicher Gleichungen gegeneinander abschätzen zu können, seien nachstehend noch einige Beispiele gegeben.

Beispiel 1. Es sei eine Kohle verbrannt worden von der Zusammensetzung; $C = 0{,}80$; $H = 0{,}04$; $O = 0{,}05$; $S = 0{,}01$; $N = 0{,}01$; $A = 0{,}06$; $W = 0{,}03$. Demnach wird $O_e = 2{,}414$; $H_w = 7465{,}75$. — Es sei nur $K_v = 12\%$ bestimmt und die Wirkungsweise der Feuerung lasse die Annahme zu, die Verbrennung sei eine vollkommene gewesen.

Das Verhältnis der zugeführten zur theoretisch notwendigen Luftmenge, φ, beträgt

1. nach Gleichung (15)

$$\varphi = \frac{1{,}854\, C + K_v\, (0{,}699\, O_e - 1{,}854\, C)}{3{,}33\, O_e \cdot K_v} = 1{,}56$$

2. nach Gleichung (16)

$$\varphi = \frac{18{,}8}{K_v} = 1{,}57$$

3. nach Gleichung (54b)

$$\varphi = \frac{21}{1 + K_v} = 1{,}61.$$

Das Rauchgasvolumen, ohne Berücksichtigung des Wasserdampfes, würde betragen

1. nach Gleichung (21)

$$G_v = \frac{1{,}854\, C}{K_v} = 12{,}36 \text{ cbm}$$

2. Nach Gleichung (13)

$$G_v = 1{,}854\, C + 0{,}699\, O_e\, (\varphi - 1) + O_e \cdot \varphi \cdot \frac{3{,}31}{1{,}2562} + \frac{2\,S}{2{,}899}$$

$G_v = 1{,}4832 + 0{,}9449 + 9{,}922 + 0{,}013 = 12{,}363$ cbm, wobei φ nach Gleichung (15) als der richtigste Wert eingesetzt wurde.

Der Wärmeverlust durch die Abgase bestimmt sich:

1. nach Gleichung (22) zu

$$Q_v = \left(\frac{1{,}854\, C}{K_v} \cdot c + \frac{9\,H + W}{0{,}806} \cdot c_1\right) \cdot T - t$$

und mit $c = 0{,}32$, $c_1 = 0{,}48$ und $T - t = 250°$, zu

$$Q_v = 1046{,}8\; W - E \text{ oder } 14{,}02\% \text{ des Heizwertes.}$$

2. nach Gleichung (25) zu

$$q_v = \frac{T - t}{K_v} \cdot 0,66$$

$q_v = \infty$ 14% des Heizwertes (vergl. auch die graphischen Darstellungen Fig. 1 und Fig. 2).

Die Gleichungen (52) und (53), welche die Kenntnis mindestens von O_v bedingten, könnten unter den gemachten Voraussetzungen überhaupt nicht benutzt werden.

Beispiel 2. Es komme eine Kohlensorte wie unter IV (weniger gute Kohle) der Tabelle 4 zur Verwendung. $O_e = 1,829$ kg, $H_w = 5632$ $W-E$. Es sei festgestellt $K_r = 11,97$%. $O_r = 7,1$ und demnach ist, da N_r für sich nicht bestimmt wurde, angenommen $N_v = 100 - (K_v + O_v) = \infty$ 81%. Die Temperaturdifferenz sei zu $T - t = 250^0$ bestimmt.

Es würden sich hieraus folgende Resultate ergeben:

1. Das Verhältnis der zugeführten, zu der theoretisch notwendigen Luftmenge würde betragen:

a) Nach Gleichung (15) $\varphi = 1,5$ (als genauester Wert)
b) „ „ (16) $\varphi = 1,56$
c) „ „ (52) $\varphi = 1,49$
d) „ „ (54a) $\varphi = 1,5$.

2. Das Rauchgasvolumen würde sich ergeben zu:

	Nach Gl. (21)	Nach Gl. (13)	Nach Gl. (53)
Kohlensäure	—	1,0753 cbm	1,0753 cbm
freier Sauerstoff	—	0,6392 „	0,6378 „
Stickstoff	—	7,2264 „	7,276 „
SO_2	—	0,0335 „	0,0335 „
Gesamtvolum. ohne H_2O	8,983 cbm	8,9744 „	9,0226 „
Wasserdampf ohne Rücksicht auf den Wassergehalt der Verbrennungsluft	0,585 „	0,585 „	0,585 „

3. Der Wärmeverlust durch die Abgase bestimmt sich:

a) Nach Gleichung (22) $Q_r = 789$ $W-E$ oder 14% des Heizwertes.
b) Nach Gleichung (25) $q_v = \infty$ 14% des Heizwertes.
c) Aus der Zusammensetzung der Abgase nach Gleich. (53) berechnet:

durch Kohlensäure = 1,0753 . 0,439 . 250 = 118,012 $W-E$
durch Sauerstoff = 0,6378 . 0,311 . 250 = 49,600 $W-E$
durch Stickstoff = 7,276 . 0,306 . 250 = 556,600 $W-E$
durch SO_2 = 0,0335 . 0,445 . 250 = 3,727 $W-E$
durch H_2O = 0,585 . 0,48 . 250 = 71,200 $W-E$

Die Summe ergiebt 799 $W-E$ oder 14,2% des Heizwertes.

Wie aus den Ergebnissen der beiden Beispiele zu erkennen ist, geben auch die einfachen Gleichungen, welche nur die Kenntnis des Wertes von K_r bedingen, durchaus brauchbare für mittlere Verhältnisse für die Praxis jedenfalls genügend genaue Werte.

Elektromotoren für veränderliche Geschwindigkeit der Maschinenfabrik Oerlikon (Schweiz).[1]

A. Drehstrommotoren. Für Anwendung von Elektromotoren ist es meist Bedingung, dass die Tourenzahl veränderlich ist, ohne Schädigung des Wirkungsgrades. Normale Drehstrommotoren besitzen eine Tourenzahl, die sich aus Polzahl und Periodenzahl ergiebt und in ganz engen Grenzen schwankt, wenn man nicht grosse Energieverluste in Widerständen in den Kauf nehmen will.

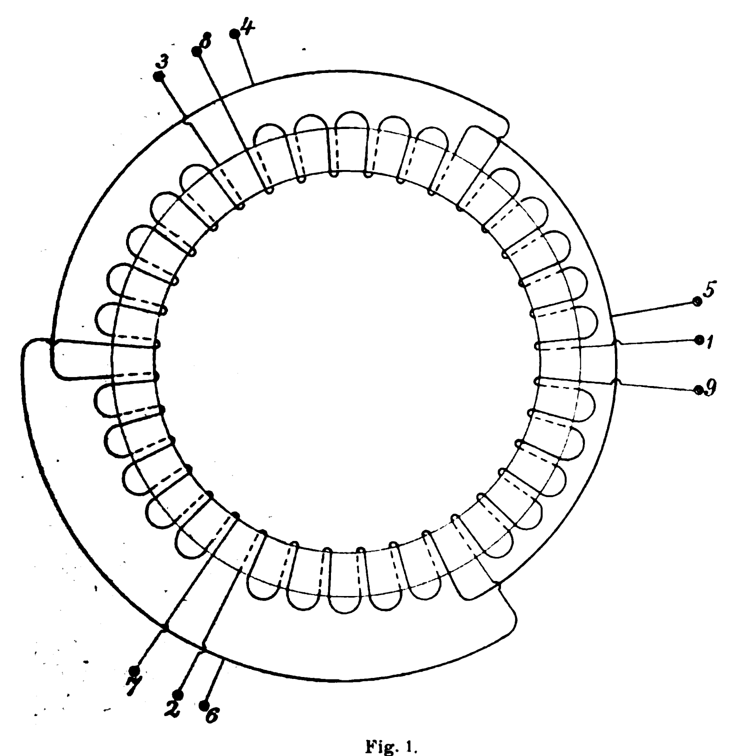


Fig. 1.

Seit 1893 baute die *Maschinenfabrik Oerlikon* Drehstrommotore, bei denen mit Hilfe eines Umschalters die Polzahl im Verhältnis 1:2 geändert werden konnte, indem die Ringwickelung in 6 Spulengruppen unterteilt war, wenn der Motor mit 2 und 4, in 2×6 Spulengruppen dagegen, wenn er mit 4 und 8 Polen laufen sollte. Die einer Phase zugeteilten 2 Spulen in Serie geschaltet, besassen 3 Ableitungen; alle 9 Ableitungen gingen zu einem Umschalter, der entweder die beiden Spulen einer Phase in Serie schaltete (4 Pole) oder parallel (2 Pole) (Fig. 1 u. Fig. 2). Die magnetomotorische Kraft zweier aufeinander folgender Spulen hatte im ersten Falle eine Phasendifferenz von 120°, im zweiten eine solche von 60°. Der Megnetisierungsstrom war in beiden Fällen gleich; der Streuungskoeffizient aber war bei zweipoliger Wicklung nur halb so gross wie bei vierpoliger Wicklung. Das Drehmoment war nahezu konstant, die Leistung dagegen stand im Verhältnis der Tourenzahl.

Später ging die Maschinenfabrik wegen verschiedener Vorteile zur Trommelwickelung über, und verwandte seit 1897 beim Läufer wie beim Ständer zwei getrennte Wicklungen in den gleichen Nuten. Die Vorteile dieser Anordnung sind:

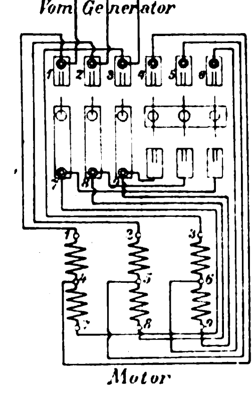


Fig. 2.

Polzahl und Dimensionen jeder Wicklung sind ganz unabhängig von einander und können verschiedenen Bedingungen angepasst werden. Die Nachteile bestehen darin, dass die Motore mit einer besonderen Nutung auszuführen sind, um zwei Wicklungen fassen zu können. Der Umschalteapparat besteht aus 2 dreipoligen Ausschaltern. Der Motor besitzt 5 Klemmen, indem eine beiden Stromkreisen gemeinsam ist. Der Läufer enthält ebenfalls 2 Wicklungen und entweder 5 Schleifringe oder 3 Schleifringe und eine Vorrichtung, um die Enden der einen oder anderen Wicklung zum neutralen Punkt zu vereinigen. Bei stillstehendem Motor vermehren die beiden Wicklungen den Magnetisierungsstrom, aber beim Lauf verschwindet dieser Einfluss, da die Schleifringe kurz geschlossen sind.

[1] Le Génie civil 1902, S. 398 nach *Dr. Behn-Eschenburg.*

Versuche, die Trommelwicklung ähnlich umzuschalten, wie oben die Ringwickelung, scheiterten daran, dass die Trommelwicklung für eine bestimmte Polzahl einen Wicklungsschritt entsprechend der Polteilung besitzt, und bei Verringerung der Polzahl sehr grosse Streuung auftritt. Solche Motore geben mit kleiner Polzahl sehr ungünstige Betriebsverhältnisse besonders beim Anlauf mit Kurzschlussankern.

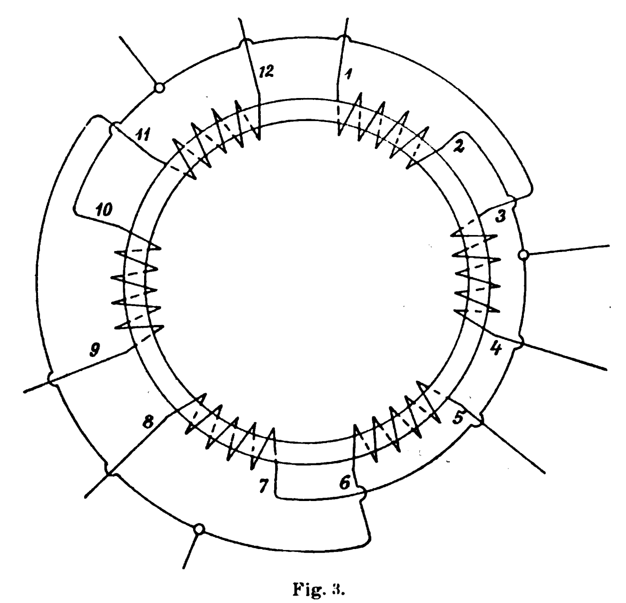


Fig. 3.

Neuerdings hat die Firma *Oerlikon* eine Trommelwicklung für Drehstrommotore eingeführt mit 6 p Spulenpruppen (p kleinste Zahl der zu bildenden Polpaare), welche p oder $2\,p$ Polpaare ergiebt, je nachdem die 2 Spulenreihen jeder Phase parallel oder in Serie geschaltet sind. Diese Motore besitzen ebenfalls ein konstantes Drehmoment.

Trotz der 9 Enden erhält der Motor nur 6 Klemmen (Fig. 1), da die Ableitungen 7, 8, 9 dauernd kurz geschlossen sind. Für eine zweipolige Wicklung tritt der Strom ein in 4, 5, 6, während 1, 2, 3 kurz geschlossen sind, für eine vierpolige Wicklung tritt der Strom ein in 1, 2, 3.

Führt man an Stelle der Sternschaltung die Dreiecksschaltung ein, so verringert sich bei hoher Tourenzahl das Drehmoment. Die 6 Spulengruppen bleiben für 2 und 4 Pole und jedes weitere Vielfache dieser Polzahl in Serie geschaltet, während der Strom bei 1, 2, 3 eintritt (Fig. 3, 4, 5 und 6). Bei dieser Anordnung hat man es in der Hand, die elektrischen und mechanischen Eigenschaften im Sinne der einen oder anderen Polzahl zu verschieben durch Wahl eines entsprechenden Wicklungsschrittes.

Benützt man nun noch zwei getrennte Wicklungen, so erhält man 4 Geschwindigkeitsstufen. Die Zahl der Ableitungen beträgt 12, ist also nicht grösser als bei vier getrennten Motoren. Der Umschaltapparat besteht aus zwei getrennten dreipoligen Umschaltern. Diese Einfachheit der Umschaltung und der Wicklung, die symmetrisch und ähnlich wie beim Gleichstrommotor ist, ist der Hauptvorzug der neuen Anordnung. Der Uebergang von einer höheren Tourenzahl zu einer niederen erfolgt momentan, da der Motor als Generator Strom ins Netz schickt. Für die doppelte Polzahl ist die Streuung im allgemeinen mindestens zweimal so gross, als bei halber Polzahl, bei gleich bleibendem Magnetisierungsstrom; der Anlaufstrom bei Kurzschlussankern halb so gross. Die Anordnung ist daher ohne weiteres eine Anlassvorrichtung zur Verkleinerung des Anlaufstromes bei Motoren, die oft angelassen werden müssen.

In Verbindung mit Anlasswiderständen lässt sich diese Methode unmittelbar vergleichen mit dem Serien-Parallel-Schaltungssystem von Gleichstrommotoren.

Fig. 7 zeigt einen solchen Motor, Normaltype der Maschinenfabrik *Oerlikon* für 8 PS. 1450 Touren bei 50 Perioden, 220 kg Gewicht, 240 mm Unterdurchmesser, 180 mm Eisenbreite, 440 mm äusseren Gehäusedurchmesser, 470 mm äussere Länge. Von den beiden Wicklungen giebt die eine 12 und 6, die andere 8 und 4 Pole. Bei den beiden hohen Geschwindigkeiten 1000 und 1500 Touren sollte der Motor 6 PS leisten und möglichst vorteilhaft arbeiten. Der Rotor hat 2 getrennte Wicklungen aus nacktem Draht und von jeder Wicklung sind die Spulen mit ihrem entsprechenden Wicklungsschritt in sich kurz geschlossen.

Die nachstehende Tabelle zeigt die Verhältnisse für einen zum Antrieb einer Drehbank bestimmten Motor, weshalb bei geringer Tourenzahl das Drehmoment kleiner sein muss. Es sind daher 2 Zeilen für Dreiecksschaltung beigefügt.

Polzahl	12	8	6	4	6	4
Schaltung	Stern	Stern	Stern	Stern	Dreieck[2])	Dreieck[2])
Spannung	190	190	190	190	190	190
Touren (leer)	500	750	1000	1500	1000	1500
Leistung norm. PS	3,5	4	7	8	3,5	4
Drehmoment norm. kgm	5,5	4,1	5,2	4	2,75	2
Wirkungsgrad bei $^1/_1$ Last	72	73	85	86	80	80
Wirkungsgrad bei $^1/_2$ Last	70	72	82	86	82	75
$\cos\varphi$ bei $^1/_1$ Last	0,7	0,82	0,85	0,92	0,89	0,92
$\cos\varphi$ bei $^1/_2$ Last	0,5	0,65	0,70	0,83	0,80	0,88
Schlüpfung bei $^1/_1$ Last %	10	7	3	4	8	6
Drehmoment max. kgm	9,5	6,2	18	12	5,7	4
Leerlaufstrom Amp.	11	9	8,5	6	2,8	2
Anlaufstrom Amp.	50	50	130	135	43	45
Anlaufzugkraft kgm	5,5	3,5	6	5	1,5	1,5
Erwärmung nach 3 St. Volllast °C.	50	50	40	40	35	35

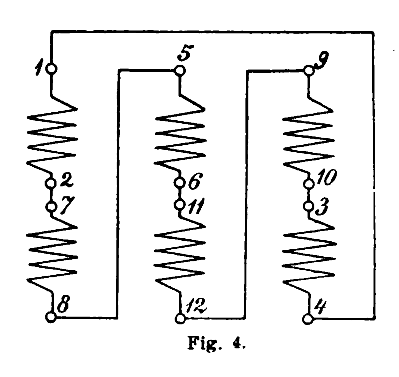


Fig. 4.

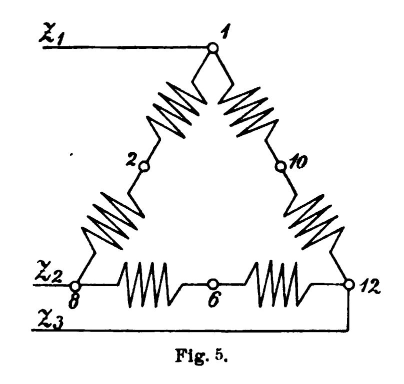


Fig. 5.

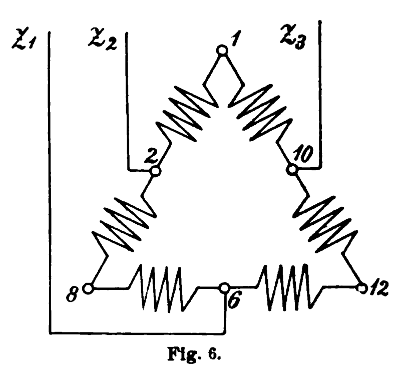


Fig. 6.

Diese Motore für 2 Geschwindigkeitsstufen haben gleiche Abmessungen, gleiche Leistung, gleichen Wirkungsgrad und Leistungsfaktor, wie Motore für eine einzige Geschwindigkeit, die Zunahme der Grösse und des Preises für Motore mit 4 Geschwindigkeitsstufen ist unbedeutend.

Dieses System ist auch anwendbar für Ein- und Zweiphasen-Motore.

B. Gleichstrommotore. Zum Vergleich hat die Fabrik *Oerlikon* Versuche gemacht mit einem neuen Gleichstrom-Nebenschluss-Motor, dessen Tourenzahl zwischen 350 und 1600 Touren geändert werden kann, bei gleicher Bürstenspannung nur durch Regulierung des Nebenschlusses. Es durfte kein Feuer an den Bürsten auftreten, wenn diese in der neutralen Zone standen, bei normalem Strom, sowohl bei voller Spannung, als auch bei Kurzschluss der Bürsten. Dies lässt sich bei so grosser Veränderung (1 : 5) nur mit Hilfe einer Kompensationsspule im Hauptstromkreis erreichen (Fig. 8). Das Feld dieser Kompensationsspule ist dem Ankerfelde entgegengesetzt und vernichtet die Spannung zwischen 2 Spulen in der neutralen Zone. Die nachfolgende Tabelle

[2]) Bei 110 Volt beobachtete Werte reduziert auf 190 Volt.

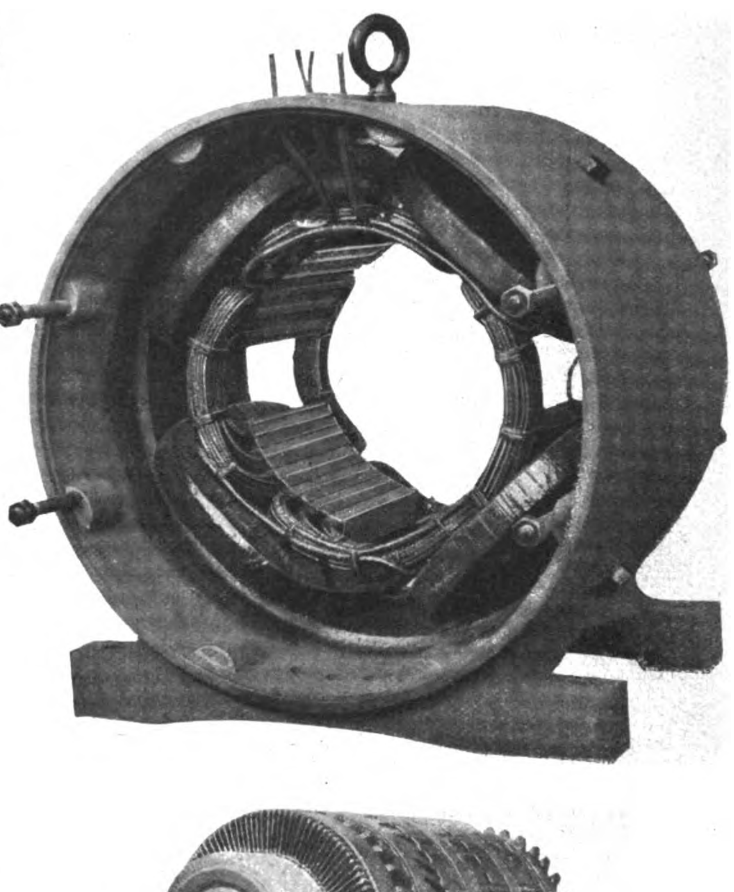
giebt die Versuchsergebnisse eines ganz geschlossenen Motors von 3 PS bei 130 Volt für intermittierenden Betrieb. Gewicht 400 kg, äusserer Durchmesser 500 mm, äussere Länge 400 mm, Bohrung 250 mm, Eisenlänge 180 mm. Das Polgehäuse ist Stahlguss, die Pole lamelliertes Eisen, die Polschuhe haben offene Nuten für die Kompensationswicklung. Diese Kompensationsspule hat einen *Ohm*schen Widerstand ungefähr gleich der Hälfte des Ankerwiderstandes. Ein gleicher Motor kann bei 1000 Touren in ununterbrochenem Betriebe 9 PS leisten.

Tourenzahl pro Minute	1500	1000	750	500	350
Spannung Volt	130	130	130	130	130
Strom bei Leerlauf Amp.	4	2,3	1,8	1,5	1,5
Strom bei Volllast Amp.	25	25	25	25	25
Erregerstrom b. Leerlauf Amp.	0,12	0,21	0,29	0,3	0,8
Erregerstrom bei Volllast Amp.	0,06	0,12	0,18	0,3	0,6
Leistung bei Volllast PS	2,9	3,15	3,2	3,3	3,2
Leistung bei Halblast PS	1,4	1,74	1,75	1,75	1,75
Wirkungsgrad bei Volllast %	66	72	73	74	73
Wirkungsgrad bei Halblast %	59	71	74,5	76	74
Erwärmung des Ankers nach 2 St. Volllast in geschloss. Gehäuse °C.	50	50	50	50	45



Fig. 7.

Der Hauptunterschied zwischen Drehstrom- und Gleichstrommotor besteht darin, dass ersterer bei allen Tourenzahlen mit annähernd gleicher Kraftlinienzahl im Luftraum arbeitet und darum bei grösseren Geschwindigkeiten grössere Leistung und besseren Wirkungsgrad ergiebt. Während letzterer



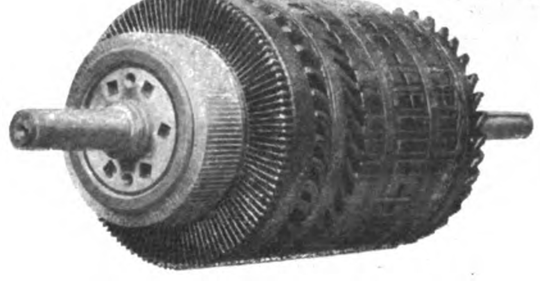


Fig. 8.

seine Tourenzahl durch Aenderung der Kraftlinienzahl erreicht und darum eine grössere Leistung und ein besserer Wirkungsgrad nicht auftreten können. Einem Drehstrommotor, wie dem obenbeschriebenen, entspräche ein Gleichstrommotor mit 2 Kollektoren, die in Serie oder parallel geschaltet werden können, oder eine Kombination von mehr Motoren.

Bücherschau.

Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Versuch einer technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches von Dr. *Julius Wiesner*, O.-Oe. Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Wiener Universität. Zweite gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. 7. bis 10. Lieferung S. 161—860. Mit Textfiguren S. 45—248. Leipzig. Verlag von Wilhelm Engelmann. 1902.

Nach der Besprechung einiger Nadelhölzer durch *K. Wilhelm* als Abschluss des siebzehnten Abschnittes „*Hölzer*" ist die 7. und zum grössten Teile auch die 8. Lieferung dem achtzehnten Abschnitte, der „*Fasern*", gewidmet. *Wiesner* schickt der speziellen Beschreibung der wichtigeren Fasern — den praktischen Bedürfnissen des Werkes entsprechend — einleitende Bemerkungen über den anatomischen Bau, die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Fasern voran und fasst in einem besonderen Paragraphen „die Kennzeichen der Fasern" zusammen. Dieser Teil der Abhandlung ist für das Studium der Fasern von besonderer Bedeutung, weil die Feststellung der Merkmale faseriger Gebilde von einem allgemeineren Standpunkte gegeben wird. *Wiesner* beweist an Beispielen die Notwendigkeit der Prüfung der Doppelbrechnng der Fasern, ihr Verhalten gegen Jodschwefelsäure, Kupferoxydammoniak und den Holzstoffreaktionen, zeigt die Wichtigkeit der Bestimmung der Länge und Breite der rohen Fasern und ihrer Elementarorgane, und macht aufmerksam auf die Heranziehung auffälligerer, auf den anatomischen Bau der Fasern beruhenden Kennzeichen, sowie der Stegmata und der Morphologie der Asche. Die zusammengestellte Uebersicht der Faserpflanzen ist völlig erschöpfend gegeben; im besonderen Teile werden 43 Fasern abgehandelt, welche *Wiesner* nach dem neuesten Stande der wissenschaftlichen Forschung beleuchtet. In einem Anhange bietet *Wiesner* eine wertvolle, sachliche und recht interessante kulturhistorische Darstellung der Papierfasern. Dieselbe erfährt, wie Referent hier einschalten will, durch eine neue, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien

vorgelegte Arbeit über ostturkestanische und anderer asiatischer Papiere eine höchst wichtige Ergänzung.

Im neunzehnten Abschnitte bespricht *A. E. v. Vogl* die *„unterirdischen Pflanzenteile“*, und hat nach Voranstellung einer Uebersicht der hier in Betracht kommenden Pflanzen in einem besonderen Teile zehn für die Technik wichtige Wurzeln in einer diesem Forscher eigenen klaren und präzisen Form eingehend dargelegt, so z. B. *Curcuma, Süssholz, Seifenwurzeln, Krapp* u. a. m. Die *„Zuckerrübe“* wird in einer besonderen, monographisch gehaltenen Abhandlung von *F. Krasser* beschrieben.

Bezüglich der Krankheiten der Zuckerrübe sei auf das für Praktiker bemerkenswerte Buch: „Die Krankheiten und tierischen Feinde der Zuckerrübe (1900)“ von *A. Stift* hingewiesen.

Krasser hat auch den Abschnitt: *„Blätter* und *Kräuter“* (darunter ausführlich *Tabak*) gearbeitet; der nächstfolgende Abschnitt *„Blüten und Blütenteile“* rührt von *K. Linsbauer* her. Der zweiundzwanzigste Abschnitt *„Samen“* und der daran sich anschliessende über *„Früchte“* (begonnen am Schlusse der 10. Lieferung) haben *T. F. Hanausek* zum Autor.

Die Verfasser dieser Abschnitte haben in der sorgfältigsten Weise die technisch benutzten Pflanzenkörper zusammengestellt und die hervorragenderen Beispiele in erwünschter Ausführlichkeit besprochen. Dabei wurden mancherlei ältere Literaturangaben richtig gestellt und die Resultate der neuesten Untersuchungen berücksichtigt (z. B. bei Safran, Rosenöl, Rosenwasser, Gewürznelken, Kakao, Senf u. a. m.).

Die gründliche Durchsicht dieser vier Lieferungen lässt den hohen Wert des bald zum Abschluss gebrachten Werkes von *Wiesner* voll erkennen. Volle Ausnutzung der naturwissenschaftlichen Methoden, kritische Zusammenfassung der Literatur, gewissenhaft durchgeführte Originaluntersuchungen und Forschungen gaben die Direktive, die den einzelnen Abschnitten und Paragraphen zugrunde liegen.

Die reichlich eingestreuten vorzüglichen Illustrationen erleichtern die Auffassung der textlichen Erläuterungen und beleben die Abhandlungen.

Die tadellose Ausstattung empfiehlt das Werk auch nach seiner äusseren Form auf das beste.

Das Werk ist ein Buch für die Praxis, denn die wissenschaftliche Rohstofflehre ist und bleibt für die Lösung technischer Aufgaben ein grundlegender Behelf, der die technologische Behandlung der Materialien in die richtige Bahnen leitet.

Eduard Hanausek.

Altrömische Heizungen von *O. Krell*, Ingenieur. Mit 39 Textfiguren und 1 Tabelle. München und Berlin, R. Oldenbourg.

Der Verfasser weist nach, dass weder in den sogenannten Hypokausten der pompejanischen Bäder noch in den Hohlräumen der Wände derselben jemals Feuergase zirkuliert haben können und dass diese Bäder auch die kurze Zeit nach Einrichtung der Unterkellerung (Hypokausten) bis zur Zerstörung Pompejis ebenso durch Holzkohlenpfannen beheizt wurden, wie es unbestritten jahrhundertelang vorher geschehen ist.

Da aber die Einrichtungen der gut erhaltenen pompejanischen Bäder vorbildlich für die Ergänzung der an anderen Orten aufgefundenen stark zerstörten Reste von Römerbauten erachtet worden sind, ist der von dem Verfasser festgestellte, von der bisherigen Auffassung gänzlich abweichende Zweck der sogenannten Hypokausten von grossem Einfluss auf die Zweckbestimmung der Räume auch dieser Baureste.

Es wird deshalb erforderlich sein, an Hand dieser neugewonnenen Anschauungen die bisher angenommene Zweckbestimmung der Räume römischer Baureste, bei welchen bis jetzt jede Unterkellerung als Heizeinrichtung betrachtet wurde, einer Revision zu unterziehen, eine Aufgabe, welcher der Verfasser für einige der bekanntesten von ihm besichtigten römischen Niederlassungen, in einem Anhange zu entsprechen sucht.

Knolls Taschenbuch zum Abstecken der Kurven, 2. Auflage, neu bearbeitet von *W. Weitbrecht*, mit 41 Figuren und 11 Zahlentafeln. Stuttgart bei Arnold Bergsträsser (A. Kröner) 1902.

Bücher dieser Gattung sind von jeher begehrt, denn sie bilden einen wertvollen, ja unentbehrlichen Behelf für die Praxis; angemessen ihrem grossen Verbrauche ist auch ihre Zahl eine ansehnliche. Da aber für die Verfasser zumeist die eigene Erfahrung und sein engeres Bedürfnis hinsichtlich des gewählten Stoffumfanges und seiner Behandlungsweise ausschlaggebend ist und diese Erfahrungen und Bedürfnisse denn doch vielfach auseinander gehen, während das Druckwerk schon vermöge seines compendiösen Formates als Taschenbuch eine möglichst strenge Stoffökonomie erheischt, so darf es nicht wundernehmen, wenn vor allem die in Betracht kommenden in der Regel ganz vortrefflichen Hilfsbücher, das eine diese, das andere jene Lücke offen lässt. Professor *W. Weitbrecht* war nun bestrebt, das altbewährte *Knoll*sche Handbuch im Sinne sämtlicher neuester Arbeiten gleicher Art umzugestalten und so umfassend zu vervollständigen, dass alles Gute der gesamten einschlägigen Litteratur aufgenommen werden und alle bisherigen Lücken ausgefüllt erscheinen sollten. Und in der That darf dem Herrn Verfasser zugestanden werden, dass er die ihm gestellte schwierige Aufgabe in vorzüglichster Weise zu lösen verstand, und dass namentlich der erste Abschnitt des Tagebuches (von Seite 1 bis 169) alles enthält, worüber der Eisenbahn- oder Strassenbauingenieur betreffs des Absteckens von Kreisbögen und Uebergangskurven Anleitungen bedarf und was er zu den bezüglichen rechnerischen Durchführungeu an Gleichungen und Formeln zur Hand haben muss.

Keine der am Felde verwendbaren, bequemen Interpolationsmethoden, die sonst selten besprochene Absteckung mittels Polarkoordinaten nicht ausgenommen, bleibt unberücksichtigt, und gewissen wichtigen Sonderanwendungen, nämlich Schienenüberhöhung, Uebergangskurven, Spurerweiterung, Ausrundung der Neigungswechsel und Achsenversicherung ist ein besonderes, eingehendes Kapitel gewidmet. Auch wird in der allgemeinen Behandlung dem Umstande Rechnung getragen, dass neben der Sexagesimalteilung des Kreises heutigen Tages auch die Zentesimalteilung schon vielfach Benutzung findet. Der Inhalt lässt also nichts weiter zu wünschen übrig und da auch die äussere Ausstattung hübsch und zweckmässig ist, darf diese Neubearbeitung des *Knoll*schen Handbuches allen Interessenten wärmstens empfohlen werden.

L. K.

Cours d'Électricité, par H. Pellat, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, I. Band, Elektrostatik, *Ohm*sches Gesetz, Thermoelektrizität. Paris 1901. Gauthier-Villars.

Vorliegendes Werk des bekannten französischen Gelehrten stellt den I. Band eines umfangreicheren das ganze Gebiet der theoretischen Elektrizitätslehre umfassenden Werkes dar und behandelt der Hauptsache nach die Elektrostatik, wogegen das *Ohm*sche Gesetz und die Thermoelektrizität nur einen relativ geringen Raum ausfüllen. Auf den reichen Inhalt dieses ersten Bandes einzugehen dürfte wohl gestattet sein zu unterlassen, da hierbei doch nur bereits anderwärts vielfach gesagtes wiederholt werden müsste und ausserdem für die Beurteilung eines Werkes die Wiedergabe des Inhaltsverzeichnisses keinen Anhaltspunkt für den Wert oder Unwert eines Buches zu geben vermag. Der Stoff ist doch ein für alle mal gegeben und hängt der Wert eines Buches, welches sich nur mit bekannten Thatsachen zu beschäftigen hat, vornehmlich von der den Zwecken entsprechenden richtigen Auswahl des Stoffes und der Art und Weise ab, wie dieser Stoff verarbeitet, bezw. mundgerecht gemacht wurde. Bei einem Lehrbuche, welches wie dieses, ist es doch aus den Vorträgen des Verfassers an der Sorbonne hervorgegangen, reine Lehrzwecke verfolgt, hängt es daher in erster Linie davon ab, inwieweit dieser Zweck erreicht wird und welche Anforderungen in Bezug auf Vorkenntnisse an den Lernenden gestellt werden. Wiewohl nun dieses Buch für Studierende bestimmt ist, welche sich bereits ein gediegenes mathematisches Wissen erworben haben müssen, war der Verfasser doch bestrebt, nicht nur durch Wahl der einfachsten Beispiele, sondern dadurch, dass er die erforderlichen mathematischen Ableitungen auf das Notwendigste beschränkte und dieselben auf das Einfachste gestaltete, das Erfassen des in Rede stehenden Gegenstandes möglichst zu erleichtern. Es ist nun dem Verfasser nicht nur als eminenten Theoretiker, sondern auch als bewährten Pädagogen in ausnehmender Weise geglückt, ein Werk zu schaffen, welches durch seine klare und einfache Darstellung den an ein solches Werk zu stellenden bedeutenden Anforderungen im vollsten Masse Rechnung trägt. Dass Verfasser hierbei seine eigenen Wege ging und von der sonst gebräuchlichen Methode abwich, ist dem Werke nur als besonderer Vorzug anzurechnen. Speziell wurde hier die Elektrostatik nicht auf Grundlage des *Coulomb*schen Gesetzes behandelt, da selbes wohl für die atmosphärische Luft und für alle homogenen Dielektrika nicht aber für nichthomogene, nichtleitende Körper Geltung hat, weshalb früher zu diversen Hypothesen gegriffen werden musste, um dies zu erklären, was leicht zu Verwirrungen Anlass gab. Wie nun der Verfasser schon früher gezeigt hat, ist es leicht möglich, durch enges Anschliessen an die durch klassische Experimente gewonnenen Thatsachen eine ganz allgemeine Studie der Elektrostatik aufzubauen und aus derselben allgemein giltige Formeln ohne Rücksicht darauf, ob der isolierende Körper homogen sei oder nicht, abzuleiten. Dieser Methode ist er nun treu geblieben und ist dies als spezieller Vorzug des Werkes besonders hervorzuheben. Die bereits erwähnten Vorzüge lassen den ersten Band dieses Werkes, als eines der besten auf diesem Gebiete bestehenden Werke bezeichnen. Druck, Zeichnungen und Ausstattung sind allen Anforderungen Rechnung tragend.

A. P.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 9. Berlin, 28. Februar 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Kupplungen für Eisenbahnfahrzeuge.

Die Frage der Beseitigung unserer heutigen Mittelschraubenkupplung mit Seitenbuffern hat seit vielen Jahren berufene und unberufene Erfinderköpfe eifrig beschäftigt, ohne dass bisher eine befriedigende Lösung gefunden worden wäre. Ferner sind hin nnd wieder in Tageszeitungen Erfindungen besprochen und auf Ausstellungen — z. B. Gewerbe-Ausstellung 1896 in Berlin — Modelle neuer Kupplungen vorgeführt worden, so dass auch weitere Kreise mit dieser für das Eisenbahnwesen so bedeutungsvollen Aufgabe bekannt geworden sind. Einen Einblick in den gegenwärtigen Stand der Frage gestattet die Abhandlung „Kupplungen für Eisenbahnfahrzeuge" vom Ingenieur *M. Kosch*. veröffentlicht im Ergänzungsheft zum Jahrgang 1902 des „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens", der wir die folgenden Mitteilungen entnehmen. Die beachtenswerte, erschöpfende, systematisch wohlgeordnete Darstellung zahlreicher Konstruktionen von Kupplungen erscheint uns zu wenig im Lichte des Eisenbahnbetriebsdienstes, ist meist nur rein mechanisch-kinematisch gehalten. Allerdings ist es schwierig, das Verhalten einer Kupplung im Betriebe zu besprechen, die nur Entwurfsarbeit ist. Noch wertvoller hätte sich die Arbeit gestalten lassen, wenn die Forderungen, denen die neu einzuführende Kupplung bedingungslos entsprechen muss, im Eingange der Abhandlung aufgestellt und nicht zerstreut genannt wären bei der Besprechung der einzelnen Konstruktionen. Bevor wir auf die Abhandlung näher eingehen, stellen wir diese Forderungen übersichtlich zusammen:

1. Als Haupterfordernis: Die Kupplung muss eine sogenannte Uebergangskupplung sein.
2. Leichte Bedienung, sichere Wirkungsweise (auch bei Schnee und Eis), Sicherheit gegen das Leben der Beamten.
3. Geringer Verschleiss, geräuschloses Verhalten während der Fahrt: leichter Ersatz zerstörter Teile, geringe Unterhaltungskosten.
4. Kurze Bauart zur Verminderung der Zuglänge und des Luftwiderstandes durch das Näherrücken der Wagenstirnwände.
5. Geringe Anschaffungskosten.

Kosch bespricht in der Einleitung einige Gründe zur Einführung einer neuen Kupplung: Die derzeitige ist den immer mehr wachsenden Zugkräften der Lokomotive, namentlich beim Anziehen, nicht mehr gewachsen und eine Verstärkung ist in Anbetracht der ermüdenden Arbeiten beim Kuppeln nicht mehr angängig. Alle Kupplungen mit Seitenbuffern scheiden aus dem Wettbewerb aus, da sie einen wichtigen Teil der Aufgabe, die Erhöhung der Sicherheit für das Leben der Rangierer, nicht lösen.

Sämtliche Kupplungen zerfallen in zwei grosse Gruppen:
1. Von der Seite zu bedienende „Seitenkupplungen".
2. Selbsttätige Kupplungen.

Das Wesen der ersteren besteht darin, dass sie von der Wagenseite sowohl verbunden, als auch getrennt werden, so dass die Tätigkeit des Kupplers nicht mehr zwischen den Buffern, sondern ausserhalb stattfindet, wodurch die grössere Sicherheit erreicht ist. Es werden 6 Gruppen an Hand von Abbildungen eingehend besprochen, deren Unterschied in der Anordnung der Kuppelglieder besteht. Allen gemeinsam ist es, dass die Wagen im geeigneten Augenblicke von einem Arbeiter gekuppelt werden müssen. Wird dies beim Zusammenstossen der Wagen versäumt, so laufen die Wagen wieder auseinander und müssen noch einmal genähert werden. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, ging man zu der Bauart über, die nur das Lösen von Hand erfolgen lässt, dagegen das Kuppeln selbsttätig besorgt, zu den selbsttätigen Kupplungen, deren Prinzip sehr einfach ist. Die Kuppelglieder befinden sich stets in der kuppelbereiten Lage, so dass beim Gegeneinanderfahren der Wagen die Verbindung selbsttätig eintritt. Zehn Gruppen, die sich nach Bauart und Bewegung der Kuppelglieder unterscheiden, werden eingehend beschrieben. Die letzte dieser Gruppen, die Klauenkupplungen, zerfällt wiederum in fünf Gruppen. Bei der Klauenkupplung. die sich als eine Vereinigung von Zug- und Stossvorrichtung in der Form der Mittelbufferkupplung darstellt, ist eine Klaue, die einen wagerecht drehbaren Haken bildet, in einem Kupplungsgehäuse untergebracht; die beiden gleichartigen Klauen drehen sich gegenseitig aus der Offenstellung in die Kuppelstellung und greifen dann in einander. Diese Bauart ist in Amerika bereits in grösserem Umfange eingeführt. Wir fügen hinzu, dass seiner Zeit der *Barnum & Bailey*-Zirkuszug mit dieser Kupplung ausgerüstet war; zur Beförderung auf deutschen Bahnen trugen die äussersten Wagen jedes Zuges die bei uns gebräuchliche Regelbauart der Kupplung.

Eine Besprechung der Vorrichtungen zum Bewegen der Kupplungen, der Spannvorrichtungen — wir erwähnen, dass unsere schnellfahrenden Personenzüge straff gekuppelt sein müssen, so dass die Bufferfedern angespannt sind —, der allgemeinen Anordnungen der Kupplungen, der elastischen Zug- und Stossvorrichtungen zeigt das häufig uhrwerksmässige Aussehen so mancher Bauart, die, wohl durchdacht von dem mit der Praxis unbekannten Erfinder, im Betriebe kaum sich bewähren dürfte. In einer Vergleichung sämtlicher Bauarten kommt *Kosch* zu dem Ergebnis, dass eine Verschiebung beider Kupplungshälften vermieden werden muss, was nur durch eine starre Verbindung beider geschehen kann, so dass eine starre Kuppelstange zwischen zwei Wagen hergestellt wird, die an jedem Wagen durch ein Kugellager so gelagert ist, dass sie sich in der Zugrichtung einstellen kann, um, jede Biegung ausschliessend, nur Zugkräfte zu übertragen. Hier wird auch die Frage aufgeworfen, wie schwierig es ist, so zu bauen, dass sich die Kupplungsglieder nicht verfehlen, was in Kurven leicht eintreten kann. An dieser Stelle hätte auch das Verhalten eines langen mit Mittelbufferkupplung ausgerüsteten Zuges beim Zurückdrücken in Kurven oder durch Weichenstrassen untersucht werden können: Neigung zu Entgleisungen scheint nicht ausgeschlossen zu sein.

Der letzte Teil des Aufsatzes beschäftigt sich mit der schwierigsten Aufgabe auf dem Gebiete der Kupplungen, mit den „Uebergangskupplungen", die es ermöglichen, aus dem alten System in das neue allmählich unter gleichzeitiger Verwendung beider überzugehen, da ein plötzlicher Umbau

aus wirtschaftlichen, leicht erklärlichen Gründen ausgeschlossen ist. Die hierher gehörigen Bauarten werden eingehend in drei Gruppen besprochen:

1. Die Schraubenkupplung wird ganz oder zum Teil beibehalten.

2. Schraubenkupplung und Klauenkupplung haben einen gemeinsamen Schaft, auf den je nach Bedarf der Zughaken für die Schraubenkupplung oder der Kopf für die Klauenkupplung gesteckt wird.

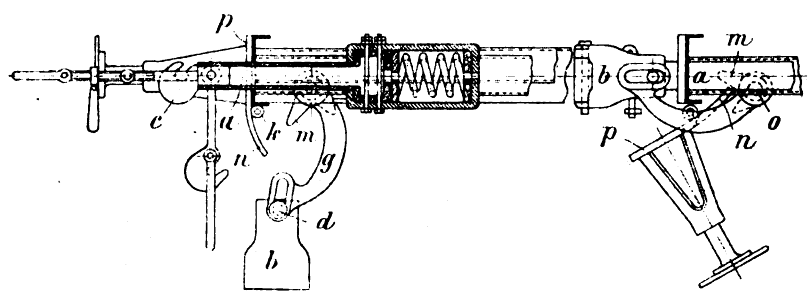


Fig. 1. Kupplung von Grimme und Weddigen.

3. Die Schraubenkupplung ist fortgelassen und an der Klauenkupplung sind Kuppelglieder angebracht, die eine Verbindung der Klauenkupplung mit der Schraubenkupplung des anderen Fahrzeuges ermöglichen.

Solange noch die bisherigen Kupplungen im Gebrauch sind, wird diesen Uebergangskupplungen am meisten Beachtung entgegengebracht, weswegen wir hier zwei genauer besprechen wollen. Von der Gruppe 2 erscheint uns die Bauart von *Grimme* und *Weddigen*, Fig. 1, als eine sehr gelungene Lösung der Aufgabe, um so mehr, als sie nach endgiltiger Einführung der Klauenkupplung eine leichte Auswechselung des Kuppelgehäuses gestattet. Je nach Bedarf wird der Kuppelkopf *b* oder der Zughaken *c* auf den Schaft *a* der Zugstange gebracht. Zum leichteren Aufbringen des schweren Kuppelgehäuses *b* wird das Gewicht der sich senkenden Seitenbuffer ausgenützt; zu diesem Zweck ist es mittels der Zapfen *d* an dem Doppelhebel *g* aufgehängt, der an der Querwelle *o* befestigt ist. Werden die Seitenbuffer um die Achse *k* nach unten geklappt, so wird die Welle *o*, auf deren Daumen *m* die Verlängerung *n* der Grundplatten *p* aufstösst, so weit nach oben gedreht, dass der Kuppelkopf in solche Lage kommt, dass er leicht auf den Schaft aufgeschoben werden kann. Um diese Bewegung zu ermöglichen, sind die Zapfen *d* nicht an den Hebeln *g* befestigt, sondern in Schlitzen verschiebbar. Der Zughaken muss bei Anwendung der Klauenkupplung entfernt und im Wagen aufbewahrt werden. Bei Benutzung der alten Regelkupplung erleichtert der abwärtsgehende Kupplungskopf das Anheben der Seitenbuffer.

Von der Gruppe 3 heben wir noch besonders die Bauart *Ringhoffer* hervor, Fig. 2. Auf dem Schaft *a* ist der Kuppelkopf durch Keil *c* befestigt. Dicht hinter dem eigentlichen Kuppelkopf befindet sich eine Muffe *d*, drehbar auf dem Schaft, aber nicht längsverschiebbar, die aussen Gewinde trägt. Durch Drehen der Muffe mittels des Handhebels *e* wird das Spannen und Entspannen der Kupplung bewirkt dadurch, dass die Mutter *f* sich auf der Muffe verschiebt. Das eigentliche Kuppelglied besteht aus drei Teilen, den beiden Zugstangen und dem Querstück. Die Gelenke *j* sind eingeschaltet, um beim Aneinanderfahren der Fahrzeuge ein Durchknicken der Zugstangen zu gestatten, so dass eine Beanspruchung auf Knickung vermieden wird. *h* ist der Haken für die Notkupplung (wir fügen hinzu, dass nach den Vorschriften des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen eine doppelte Kupplung zweier Fahrzeuge stattfinden muss). Eine weitere Beschreibung erübrigt sich, da die Wirkungsweise klar aus der Figur hervorgeht. Nach vollständiger Einführung dieser Bauart würde der Schaft noch zu verkürzen sein, um durch Heranrücken des Kopfes an die Bufferbohle eine geringere Baulänge zu erzielen.

Dass man bisher noch nicht unter den zahlreichen Entwürfen einen zu grösseren Versuchen benützt hat, ist mit den damit verbundenen hohen Kosten zu begründen. Man wird aber nur auf diesem Wege wertvolle und brauchbare Urteile schaffen können. Die von der Firma *Krupp* angestellten Versuche mit neueren Kuppelungen erwähnt der Verfasser nicht. *Kosch* hält die Klauenkupplung nicht für die einzig richtige Lösung, glaubt vielmehr in der oben angedeuteten starren Lenkkupplung die Konstruktion zu sehen, welche die endgiltige Lösung der Frage herbeiführt.

Wir fügen unserer Besprechung noch die Bemerkung hinzu, dass die Namensnennung und Angabe des Berufs der Erfinder einen interessanten Einblick in das Erfinderleben gestattet hätte.

Aus der Abhandlung geht hervor, dass die Aufgabe, die so mannigfachen Forderungen gerecht werden muss, bisher nicht zu einer vollauf befriedigenden Lösung geführt hat. Wir dürfen sie aber erwarten von dem Unterausschuss, den der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen schon vor längerer Zeit zur Förderung dieser Bestrebungen gebildet hat; in gemeinsamer Arbeit werden Männer, denen reiche Erfahrungen im Eisenbahnbetriebe zur Seite stehen, die Aufgabe zu einem glücklichen Ausgang führen. *Hs. Ms.*

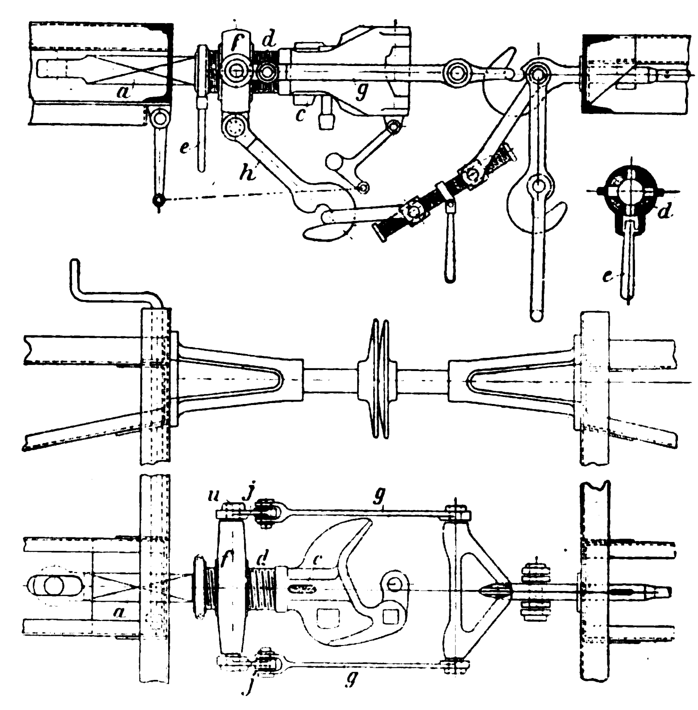


Fig. 2. Kupplung von Ringhofer.

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 104 d. Bd.)

Hochbahnkrane von Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis.

Verschiedene Ausführungen von Hochbahnkranen seitens der Firma *Adolf Bleichert* sind bereits veröffentlicht worden, so zwei Auslegerkrane von je 18 m und ein Lagerplatzkran von 96 m Fahrlänge für die *Norddeutschen Kohlen- und Kokswerke* am Indiaquai in Hamburg,[1]) ferner ein Ausleger-

[1]) *Buhle*, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, I. Teil, S. 83 ff. Ich möchte nicht unterlassen, an dieser Stelle auf die umfangreichen *Buhle*schen Arbeiten hinzuweisen, in denen sich viel hierher gehöriges Material vorfindet, und die sehr dazu beigetragen haben, die Bekanntschaft mit den neuen Erfindungen für Massengütertransport in Deutschland zu verbreiten.



kran mit automatischer Bahn, der sich im wesentlichen den *Hunt*schen Konstruktionen anschliesst, und eine Verladebrücke, beide für das *Krafthaus Moabit der Berliner Elektrizitätswerke.*[2]) Von der letzteren giebt Fig. 142 eine Abbildung.

in loser Rolle und ist am Auslegerende befestigt, während das endlose Fahrseil auf beiden Seiten der Katze angreift. Vor dem Fahren wird das Hubseil durch Einhängen der Unterflasche in die Katze entlastet. Wenn es sich um kurze Transportwege handelt, wie sie bisweilen bei Entnahme der

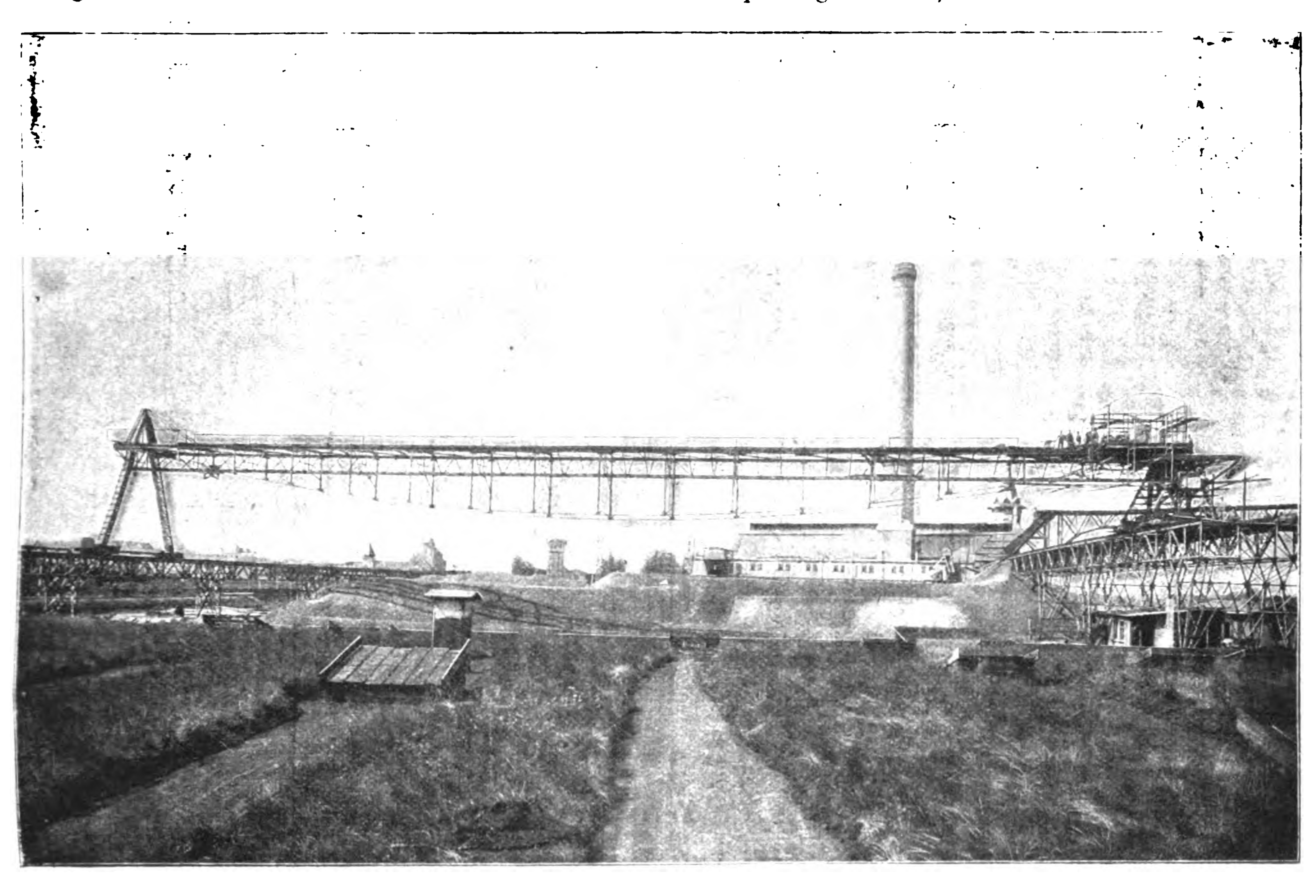


Fig. 142.
Verladebrücke von Adolf Bleichert & Co.

Der Verladebrücke fällt die Aufgabe zu, die von dem schon erwähnten fahrbaren Uferkran geförderte Kohle auf dem Lagerplatz zu verteilen. Ihre Stützweite beträgt 80 m, die Trägerhöhe in der Mitte ca. 5 m. Auf der Wasserseite (in der Abbildung rechts) ruht die Brücke auf einem Bock, der auf einer dem Lagerplatz entlang geführten Hochbahn fährt, am anderen Ende auf einer Pendelstütze, die freie Ausdehnung der Hauptträger gestattet. Fig. 143 giebt eine Ansicht der Stütze, an deren Kopf die Brücke in einem Kugelzapfen aufgehängt ist, sodass beliebige gegenseitige Bewegungen möglich sind und etwaiges Schieffahren keine schädlichen Folgen hat. Von dem Fahrwerk ist nur der Motor eingezeichnet, der auf die beiden links gelegenen Laufräder wirkt. Starre Verbindungen zwischen den schrägen Streben und den Laufrollenträgern sind vermieden worden, sodass mit Sicherheit auf richtige Lastverteilung gerechnet werden kann.

Der Hauptträger, dessen mittlere Felder in Fig. 144 bis 146 skizziert sind, zeigt amerikanische Konstruktion. Die Diagonalen bestehen aus Rundeisen mit Spannschlössern, der auf Druck beanspruchte Obergurt aus **[**-Eisen und der Untergurt aus einem mit der breiten Seite horizontal gelegten Flacheisen. Diese Ausführung sieht leicht und elegant aus, bietet dem Winde sehr wenig Angriffsfläche und hat den weiteren Vorteil, dass der Förderkübel vollständig zwischen die Träger hinaufgezogen werden kann, also die lichte Höhe unter der Brücke ganz für die Lagerung der Kohle zur Verfügung steht.[3])

Die Anordnung des Hub- und Fahrwerks der Katze entspricht der schematischen Skizze Fig. 125, S. 73 und ist auch aus Fig. 154 erkennbar. Das Hubseil trägt die Last

Kohle vom Lagerplatz vorkommen, so wird indessen, um mit dem unnützen Heben keine Zeit zu verlieren, auf das Einhängen verzichtet. Zum Transport der Kohle auf den Lagerplatz werden Kippgefässe, für den umgekehrten Vorgang Selbstgreifer *Hone*scher Bauart verwandt.

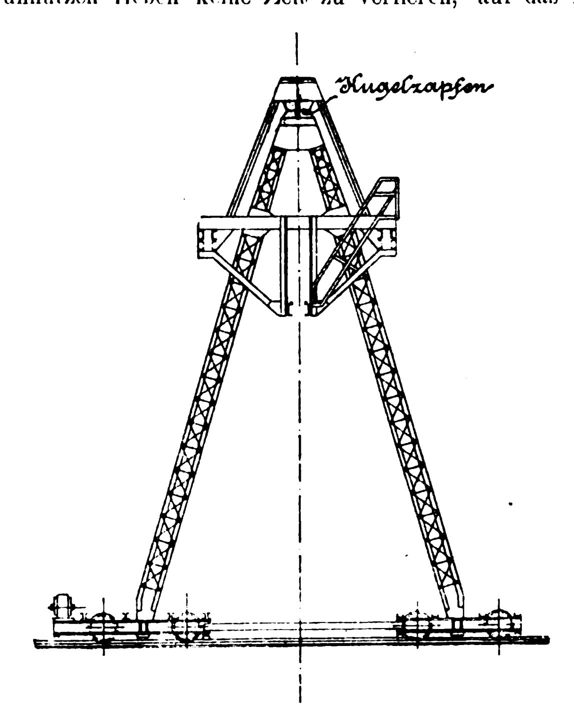


Fig. 143.
Pendelstütze zur Verladebrücke von Bleichert.

[2]) *L. Datterer*, die Berliner Elektrizitätswerke im Jahre 1902. Z. d. V. d. I., S. 301 ff.

[3]) Vergl. *Lemmer*, Ueber Beförderung von Massengütern, Z. d. V. d. I., 1901, S. 1218.

Fig. 147 giebt eine Abbildung der Laufkatze mit eingehängtem Hakengeschirr. Soll die Last ausgelöst und gesenkt werden, so ist zunächst das Seil etwas anzuziehen, wodurch der Haken zur Seite gedrängt wird und nun die vorstehenden Zapfen der Seilrolle frei abgleiten lässt. Spiralfedern bringen den Haken immer wieder in die Mittelstellung zurück. Der unten sichtbare Hebel dient dazu, den Förderkübel zu entleeren, wie später bei einer anderen Ausführung beschrieben werden soll.

Der Lasthaken ist mit einer Sicherheitsverriegelung versehen, die das Hakenmaul schliesst und verhindert, dass bei den schnellen Bewegungen die angehängte Last herausspringt. Durch den Griff des Arbeiters wird nach Fig. 148 der Riegel zurückgezogen.

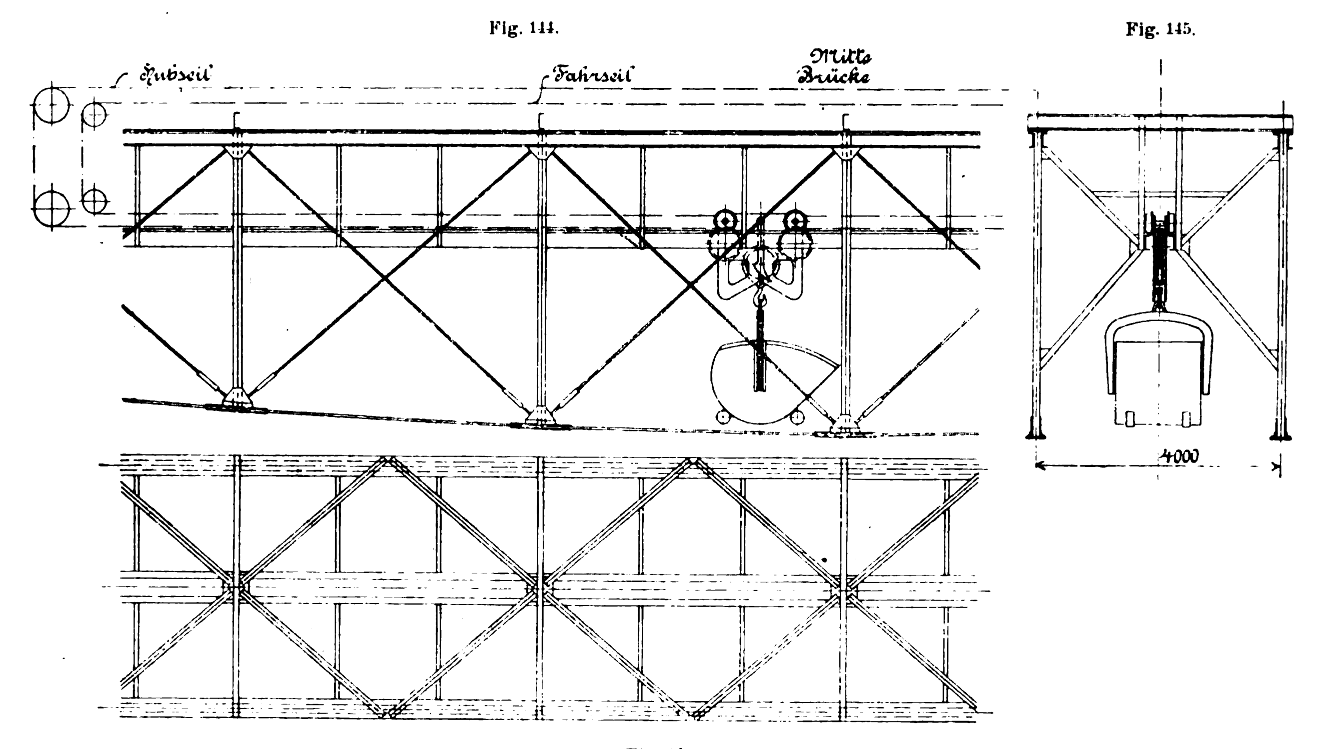


Fig. 146.
Eisenkonstruktion der Verladebrücke von Bleichert.

Verschiedene Arten von Förderkübeln der Firma *Bleichert*, welche die in Amerika allgemein gebräuchliche Form aufweisen, sind in Fig. 149 bis 151 abgebildet. In leerem Zustand hat das Gefäss das Bestreben, sich in die aufrechte Lage einzustellen. Das gefüllte Gefäss dagegen hat Uebergewicht nach vorn, würde also seinen Inhalt auskippen, wenn es nicht durch eine Riegelstütze gehalten würde. Wird die Stütze ausgelöst, was in Fig. 149 von Hand, in Fig. 150 durch Aufsetzen auf den Boden geschieht, so kippt das Gefäss und entleert sich selbstthätig, um dann wieder in die Füllstellung zurückzukehren.

Das Gefäss (Fig. 151) verriegelt sich an dem Aufhängebügel selbst und kommt zum Kippen, wenn der oben erwähnte Hebel der Laufkatze die vorstehenden Enden der beiden im Bügel gelagerten Riegelhebel niederdrückt.

Damit der Kübel leicht zu handhaben ist, wird er mit 3 oder 4 Gusstahlrollen und mit Handgriffen versehen.

Die eigentümliche Form der Gefässe lässt, namentlich beim Ausladen von Erz aus Schiffen, ein besonders rasches und bequemes Füllen zu, wie in der Skizze Fig. 152 erläutert ist. Man lehnt das Gefäss an den Erzhaufen an und braucht dann nur das Material von oben herunter zu stechen. Dazu ist aber erforderlich, dass zunächst, wenn das Schiff vollbeladen ankommt, eine Grube ausgehoben wird, in die man den Kübel hineinsetzen kann. Diese Arbeit ist sehr mühsam und nimmt viel Zeit in Anspruch, so dass erst nach

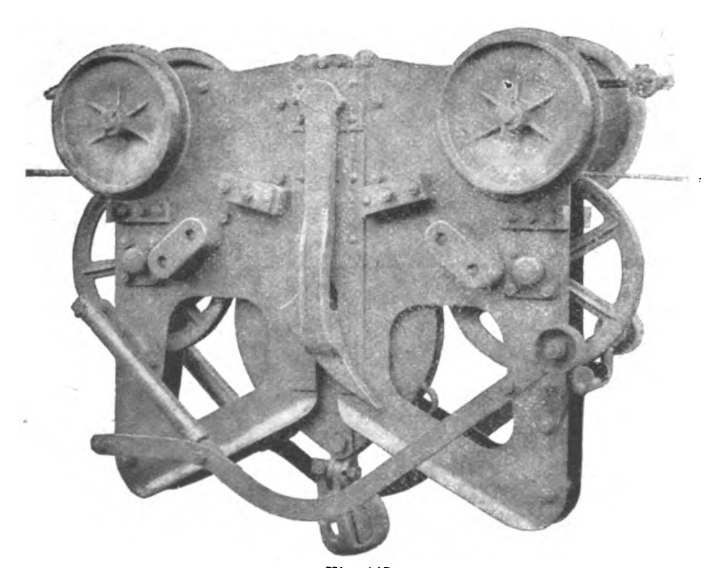


Fig. 147.
Laufkatze für horizontale Fahrbahnen.

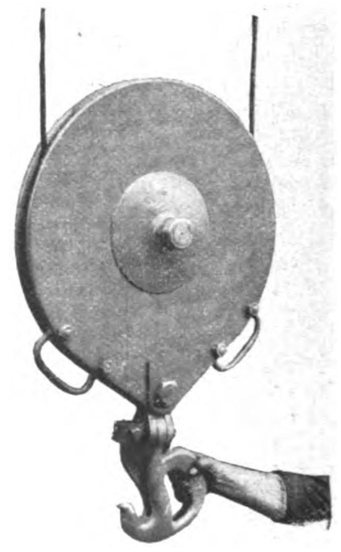


Fig. 148.
Flasche mit Sicherheitshaken.

ihrer Beendigung die volle Leistungsfähigkeit des Kranes ausgenutzt werden kann. Gewöhnlich werden zwei Schaufler zur Füllung eines Gefässes angestellt, doch arbeiten, damit keine Unterbrechungen eintreten, drei bis vier Partieen gleichzeitig für einen Kran. Mit Kübeln von etwa 1 t Inhalt hat man in Amerika die besten Erfahrungen gemacht, da grössere Gefässe mehr Arbeiter erfordern, die sich gegenseitig im Wege sind.

Eine *Bleichert*sche Winde, wie sie in Moabit ausgeführt ist, zeigen Fig. 153 und 154. Alle Trommeln laufen lose

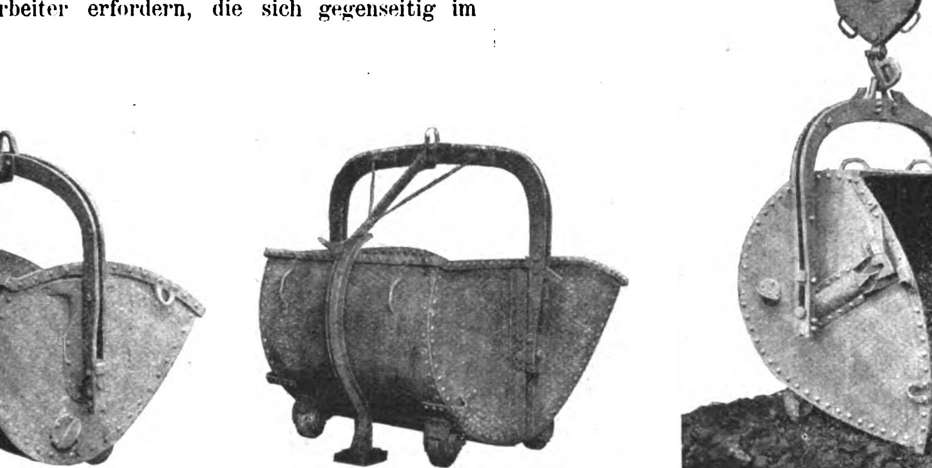


Fig. 149. Fig. 150. Fig. 151.

Fig. 149—151. Selbstentleerende Förderkübel von Bleichert.

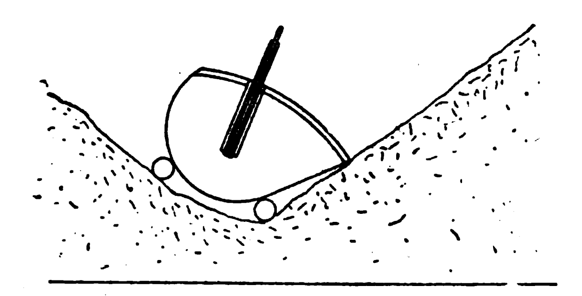


Fig. 152. Füllung eines Förderkübels.

auf einer gemeinschaftlichen, durch Stirnräder mit Winkelzähnen angetriebenen Welle, mit der sie einzeln durch Reibkupplungen R verbunden werden können. Ebenso ist jede Trommel mit einer Bremse versehen, die bei der Hubtrommel dazu dient, die Last festzuhalten und zu senken, während die Bremsen der beiden Fahrtrommeln lediglich die Bewegung zu stoppen haben. Die Welle läuft nur in einer Richtung um.

Eigenartig ist die Anordnung des Fahrtriebwerks, welche die vielfach üblichen Wendegetriebe mit ihrem bei der schnellen Bewegung oft unerträglichen Lärm überflüssig macht. Von beiden Trommeln läuft das Seil auf derselben

Fig. 153. Winde für Hochbahnkrane von Bleichert.



Seite nach der Katze hin ab. Die beiden anderen Seilenden vereinigen sich auf einer mit Spindeln verschiebbaren Spannrolle, sodass die Trommeln lediglich nach Art von Spills wirken. Falls die Rolle nicht weit genug entfernt

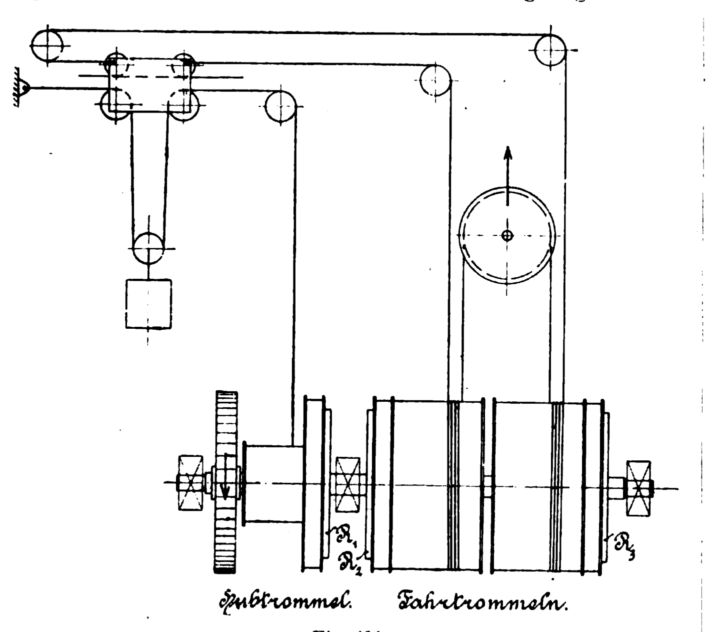


Fig. 154.
Schema einer Winde für Hochbahnkrane von Bleichert.

liegt, muss sie so gelagert werden, dass sie mit den Seilen hin und her wandern kann. Wird die Kupplung R_2 eingerückt, so verfährt die zugehörige Trommel die Katze nach rechts, während die andere Trommel im umgekehrten Sinne nachgeschleppt wird, Einrücken von R_3 dagegen hat Bewegung nach links zur Folge. Die Reibkupplungen bedient der Führer durch Handhebel, die Bremsen mit dem Fusse.

Die *Bleichert*sche Bandreibkupplung ist in Fig. 155 abgebildet. Mit der inneren, auf der Welle festgekeilten

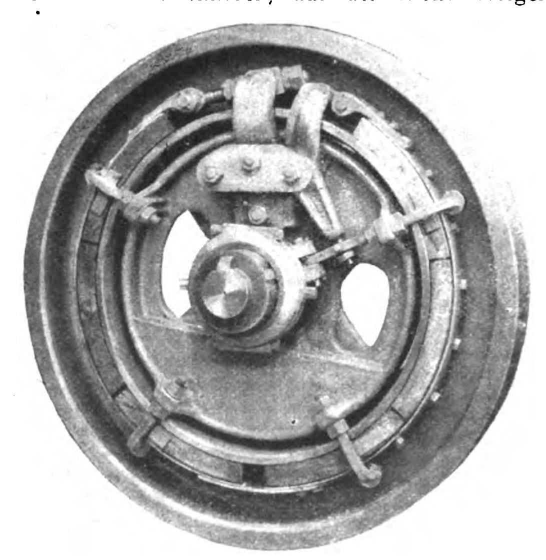


Fig. 155.
Bandreibungskupplung von Bleichert.

Scheibe ist das mit Holz gefütterte Band an einem Ende fest, am andern durch einen drehbaren Hebel verbunden. Es legt sich um einen an die Trommel angegossenen Ring und wird in gelöstem Zustande durch Haken, die auf dem Umfange v rteilt sind, in richtigem Abstande gehalten. Vorschieben der Kupplungsmuffe gegen die Trommel hin hat Linksdrehung des eben erwähnten Hebels und damit Festziehen des Bandes zur Folge, sodass jetzt die Trommel mitgenommen wird.

Um zu starkes Durchhängen des entlasteten Hubseiles zu verhindern, waren bei dem Kran in Moabit ursprünglich mehrere Seiltragrollen, auf die Fahrbahnlänge verteilt, angebracht, die beim Gegenfahren der Katze seitlich auseinanderklappten und die Bahn freigaben. Diese Vorrichtungen haben sich indessen nicht bewährt und sind später entfernt worden.

Die Konstruktion geeigneter Seilunterstützungen scheint auch den anderen Firmen Schwierigkeiten zu machen, da der Anprall der schnellfahrenden Katze zu heftigen Stössen führen muss. Ich hatte nur einmal Gelegenheit, eine solche Vorrichtung im Betriebe zu sehen und beobachtete dabei einen sehr heftigen Anprall, obwohl der Führer jedesmal die Geschwindigkeit der Katze vorher sehr stark ermässigte.

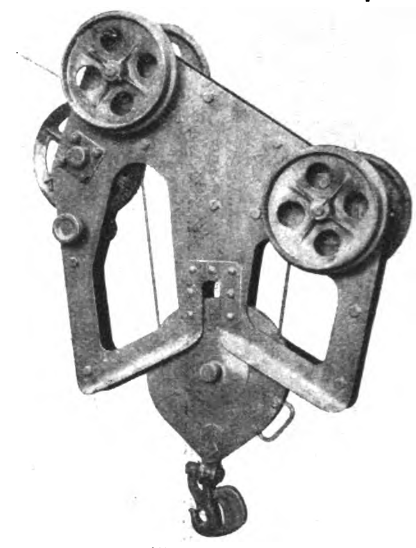


Fig. 156.
Laufkatze für geneigte Fahrbahn.

Fig. 156 giebt noch die Abbildung einer *Bleichert*schen Laufkatze für Fahrbahnen, die unter 30° geneigt sind. (Vergl. Fig. 130, S. 75).

Der Temperley-Transporter. [4])

Da schon eine Anzahl Veröffentlichungen über den Temperley-Transporter in der deutschen technischen Litteratur vorliegt,[5]) so genügt es, wenn hier an Hand einiger Abbil-

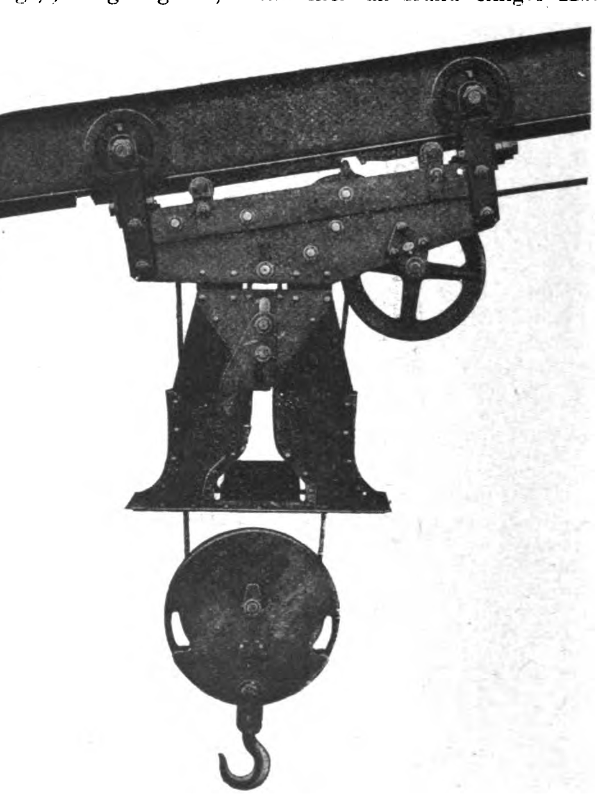


Fig. 157.
Laufkatze für geneigte Fahrbahn.

dungen, die von Hrn. *Arthur Koppel*, Berlin, dem Vertreter der *Temperley-Gesellschaft* für Deutschland, freundlichst zur

[4]) Die Konstruktionen der *Temperley-Transporter-Co.*, London, sind durch eine Reihe von Patenten geschützt.

[5]) Ausführliche Darstellung und Erklärung der Mechanismen findet sich an folgenden Stellen:
Ernst, Hebezeuge, 3. Aufl., S. 751.
Z. d. V. d. I., 19. Okt. 1901 (von *Kammerer*).
Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1. Sept. 1902 (von *Ernst Lipmann*).

Verfügung gestellt wurden, auf die Wirkungsweise, die Verwendbarkeit und die Vorzüge dieses Hochbahnkransystems kurz hingewiesen wird.

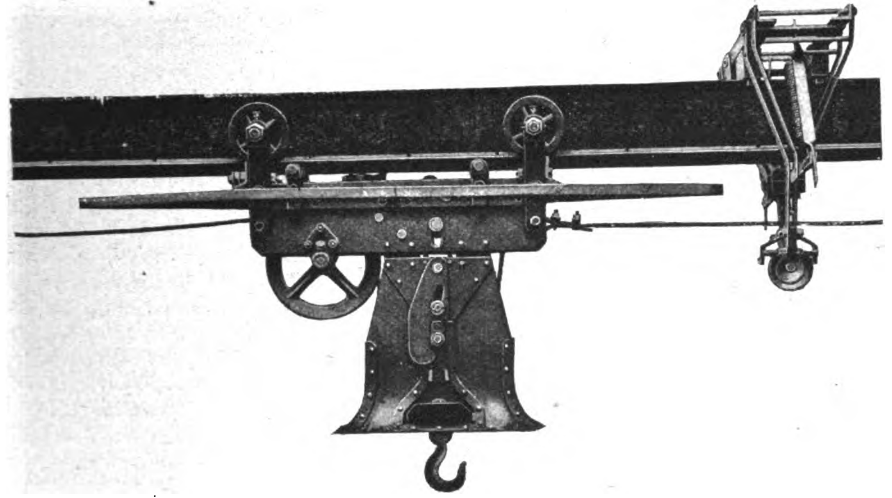


Fig. 158.
Laufkatze für horizontale Fahrbahn.

Nach Fig. 157 läuft die vorwiegend aus Walzeisen hergestellte Katze auf dem Unterflansch eines schräg gelegten I Trägers. Für Heben und Fahren wird nur ein Seil benutzt, das die Last in loser Rolle trägt. Der Seilzug würde, wenn die Last frei am Seile hängt, die Katze am Träger aufwärts fahren, wenn sie nicht in dem Ausschnitt eines Flacheisens verriegelt wäre, das auf der unteren Seite des Trägers befestigt ist. Die Arbeitsweise, die nach den angeführten Quellen genauer verfolgt werden kann, ist folgende:

Solange die Last hochgezogen wird, ist die Katze an der Laufbahn festgeriegelt. Die Hakenrolle tritt beim Heben in das glockenförmige, zur Führung dienende Gehäuse ein und stösst mit ihren vorspringenden Zapfen gegen den Sperrhaken, wobei dieser in die Höhe geht, die Verriegelung löst und sich gleichzeitig soweit dreht, dass er die Hakenrolle abfängt, die sich nach Entriegelung der Katze sofort senken würde. Die Last hängt jetzt in der Katze (Fig. 158), und das Seil hat nur den Fahrwiderstand zu überwinden, der in Anbetracht der Steigung — für selbstthätigen Rücklauf ist etwa 1 : 6 erforderlich — mehr als die Hälfte des Lastzuges betragen wird. Um die Last an beliebiger Stelle zu senken, hat man die Katze über den betreffenden Ausschnitt ein kurzes Stück hinauszufahren und dann nachzulassen, wobei sie sich selbstthätig einriegelt und die Lastrolle freigiebt.

Ist die Rolle wieder aufgezogen und eingehängt, so lässt der Führer die Katze unter der Bremse bis zur Beladestelle rückwärts laufen, wobei die Windentrommel vom Triebwerk losgekuppelt ist. Hier muss die Katze zunächst über den betreffenden Einschnitt hinauslaufen, dann zurückgezogen werden, und riegelt sich erst bei nochmaligem Nachlassen ein. Jetzt wird die Last unter der Bremse gesenkt.

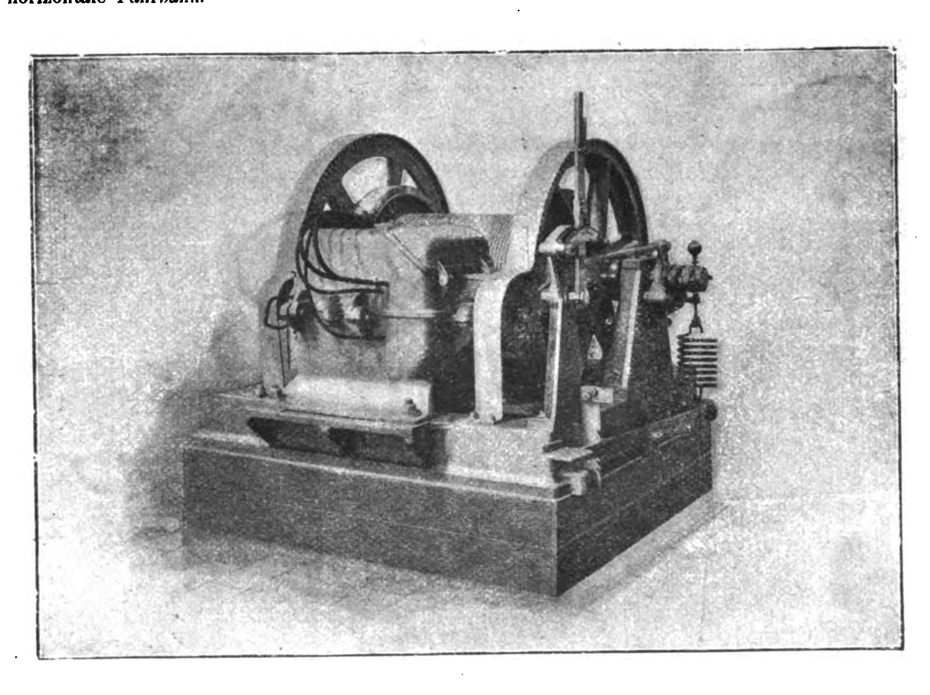


Fig. 160.
Elektrische Winde für zwei Seilgeschwindigkeiten.

In den Fällen, wo der Träger nicht mit der Steigung 1 : 6 verlegt werden kann, muss nach Fig. 158 auf der anderen Seite der Katze ein Hilfsseil angreifen, das durch ein Gegengewicht mit Flaschenzug straff gezogen wird und die Katze zurückfährt. Statt mit loser Rolle kann der Kran auch mit einfachem Seil arbeiten, doch wird erstere Ausführung in der Regel bevorzugt.

Für den Transport von Massengütern dienen gewöhnlich zylindrische Eimer, die ebenso, wie die früher beschriebenen Gefässe, in gefülltem Zustande Neigung zum Kippen haben. Ihre Verriegelung wird ausgelöst, sobald nach vollendeter Senkbewegung die Last wieder angehoben wird, und zwar dadurch, dass die umgekehrte Drehung der losen Rolle einen Sperrhaken zum Eingriff bringt.

In Fig. 158 ist gleichzeitig ein Seilträger abgebildet, der Durchhängen des Seiles verhindert und beim Durchgang der Katze durch zwei spitz zusammenlaufende Flacheisen zur Seite gedrängt wird. Fig. 159 giebt eine genauere Skizze dieser Vorrichtung[6]), die ohne Erklärung verständlich ist.

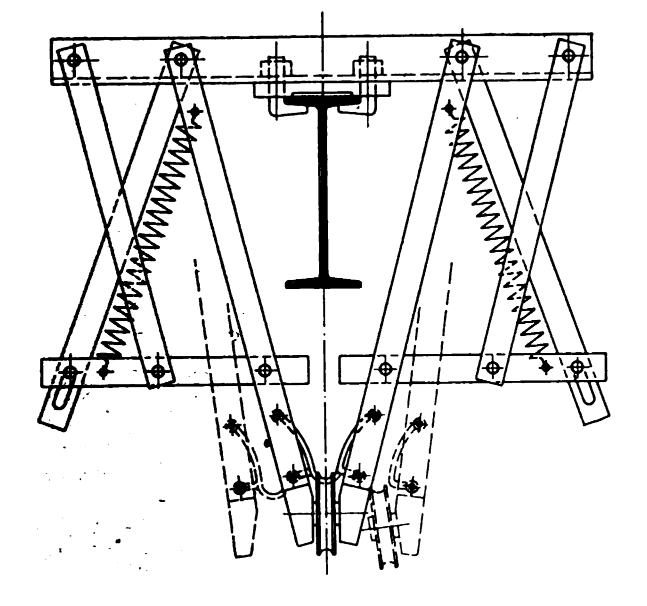


Fig. 159.
Ausweichende Seilrolle.

[6]) Nach Stahl und Eisen, 1. Juni 1901. Bericht über die Pariser Weltausstellung von *Frahm*.



Vor anderen Konstruktionen ausweichender Seilrollen hat diese offenbar den Vorteil, dass sie sehr leicht gebaut werden angenähert die gleiche bleiben dürfte. Die Bremsscheibe ist mit der Trommel zusammengegossen. Der Motor läuft nur in einer Richtung um, da er lediglich zum Heben und Aufwärtsfahren gebraucht wird. Der rechts sichtbare Handhebel rückt die Trommel ein, der Fusstritthebel wirkt auf die Bremse.

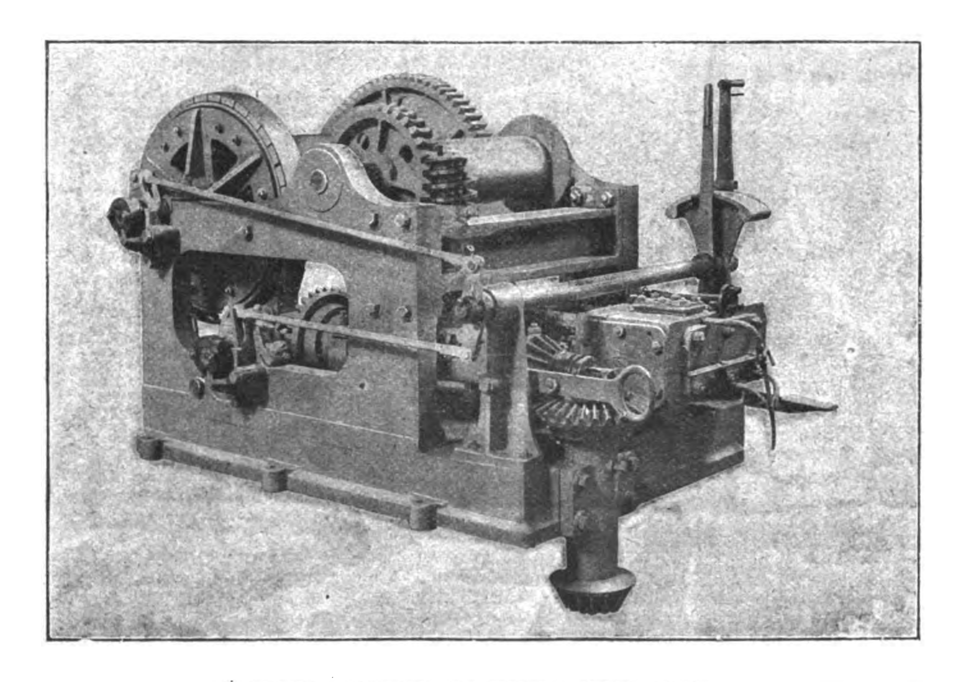


Fig. 161. Winde für einen fahrbaren Schiffsentlader

Die Winde Fig. 161, die für einen fahrbaren Schiffsentlader bestimmt ist, hat noch eine zweite Trommel erhalten, die durch ein Schneckengetriebe gedreht wird und zum Einziehen des Auslegers dient. Ferner ist eine nach unten gerichtete Kegelradübertragung vorhanden, durch welche das Traggerüst verfahren werden kann. Beide Triebwerke sind mit Wendegetriebe versehen, da der Antriebsmotor nur in einer Richtung arbeitet.

Die Ausführung der Trommelkupplung bei derartigen Winden, wie sie besonders in Amerika sehr beliebt sind und auch z. B. bei dem *Hunt*schen Elevator benutzt werden, giebt die Skizze Fig. 162 wieder, die der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1895, S. 338 entnommen ist. Das

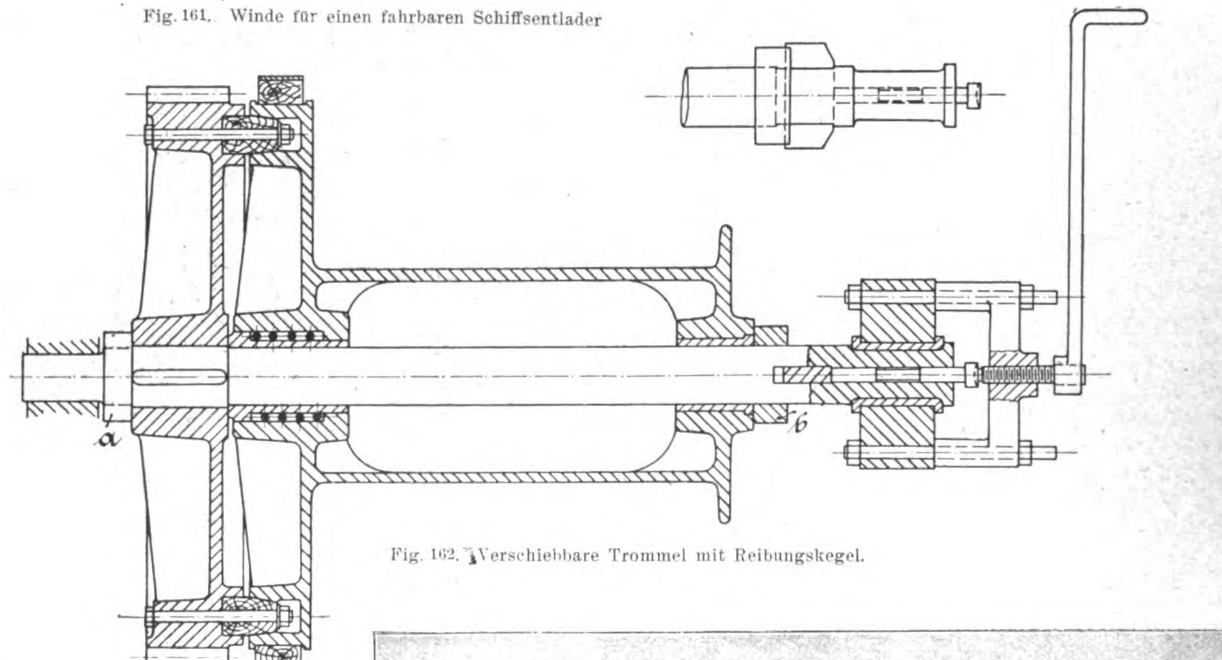


Fig. 162. Verschiebbare Trommel mit Reibungskegel.

kann und unter der Wirkung des Eigengewichtes sich zu öffnen bestrebt ist, sodass die Zugfeder den Ausweichwiderstand genauer zu regeln gestattet.

Fig. 160 giebt die Abbildung einer elektrisch betriebenen Winde für zwei Seilgeschwindigkeiten. Auf jeder Seite der Motorwelle ist ein Ritzel aufgekeilt, das in ein auf der Trommelwelle lose laufendes Zahnrad eingreift. Die Uebersetzung des einen Vorgeleges ist doppelt so gross, wie die des anderen, und die Trommel kann durch Reibkuppelungen beliebig mit einem der beiden Stirnräder verbunden werden. Die Seilgeschwindigkeit beträgt 2.0 bezw. 4.0 m/Sek., sodass, wenn beim Heben die kleinere, beim Katzenfahren die grössere Geschwindigkeit angewendet wird, die Leistung des Motors

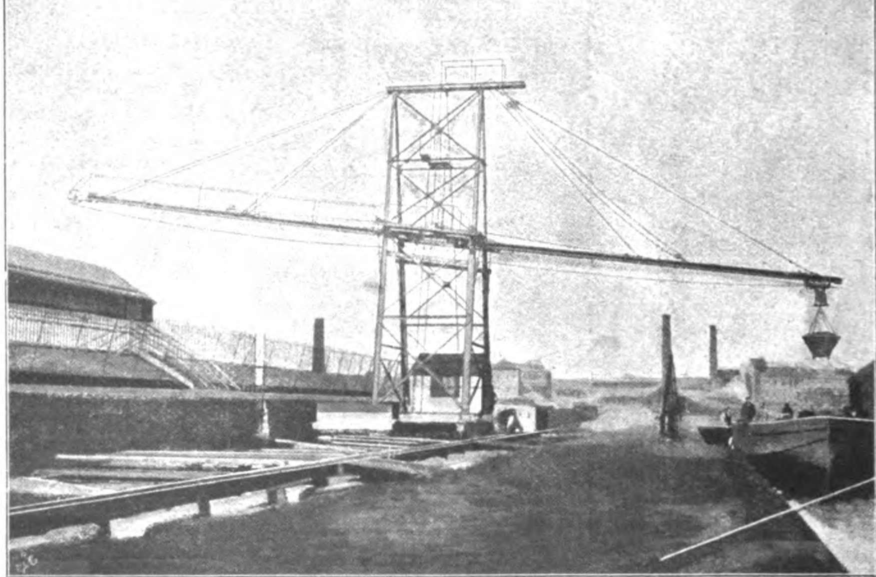


Fig. 163. Fahrbarer Schiffsentlader.

Stirnrad sitzt fest auf der Welle und wird durch einen Stellring *a* an der Verschiebung nach links gehindert. Die Trommel läuft lose und kann durch einen Handhebel achsial verschoben werden. Dieser sitzt auf einer Schraubenspindel, deren Mutter eine mit dem Lagerbock fest verschraubte Traverse bildet. Die Spindel stützt sich auf die Pfanne eines Druckstiftes, der in einer Bohrung der Welle liegt und sich mit ihr dreht. Er überträgt den Spindeldruck auf einen Keil, der die Welle durchdringt und einen an der Trommelnabe anliegenden Ring *b* verschiebt. Die Trommel legt sich mit einer doppelt kegelförmigen Ausdrehung gegen einen Holzring, der mit dem Antriebsrade verschraubt ist, und wird durch die Reibung mitgenommen. Eine Spiralfeder in der linken Trommelnabe sorgt dafür, dass nach Zurücklegung des Hebels die Kupplung sich mit Sicherheit löst. Das holzgefütterte

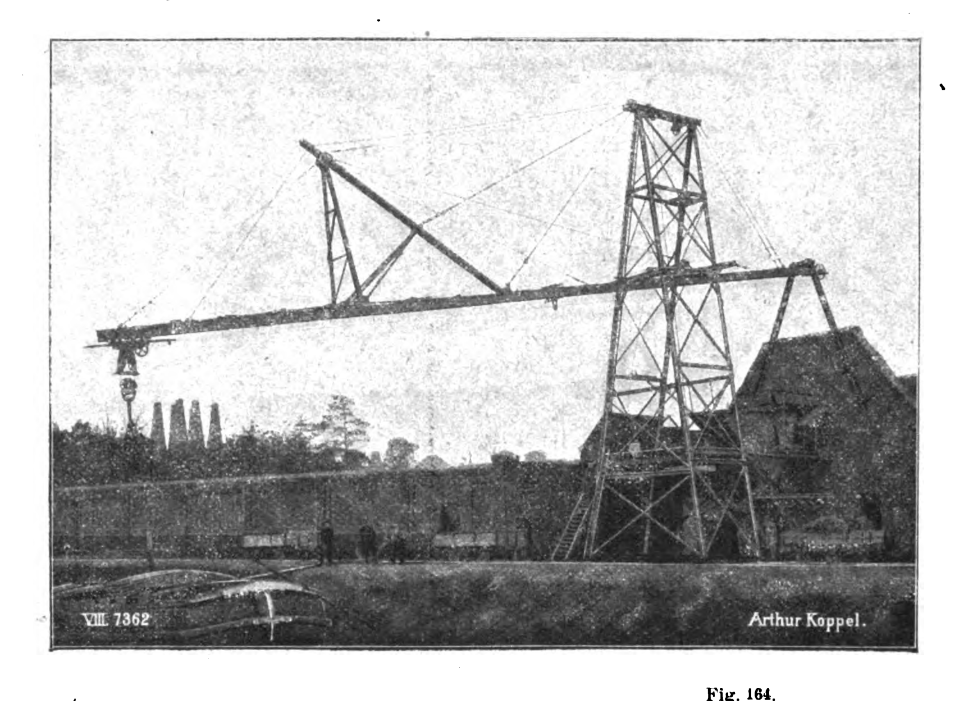


Fig. 164.
Feststehender Schiffsentlader (ausgeführt von Arthur Koppel).

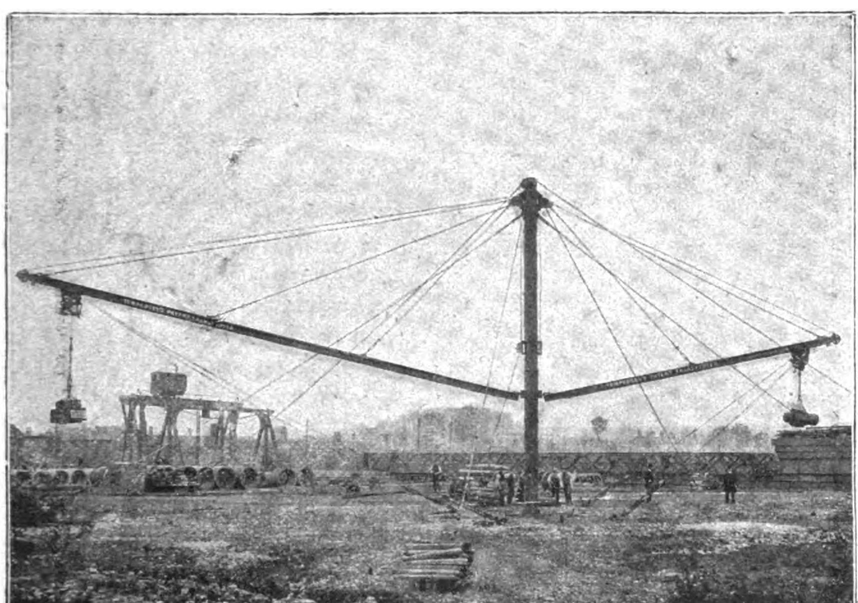


Fig. 165.
Mast-Transporter.

Bremsband ist über die Kupplungsscheibe gelegt. Diese sehr einfache Anordnung hat sich, wie es scheint, gut bewährt. Gegenstand von Verbesserungen seitens verschiedener Firmen ist unter anderem die Spurpfanne der Spindel gewesen, die sich leicht heisslaufen soll.

Die Anwendung eines *Temperley*-kranes wird dann besonders vorteilhaft sein, wenn eine möglichst einfache Anlage geschaffen werden muss, vor allem also in solchen Fällen, wo die ganze Vorrichtung nur für vorübergehenden Gebrauch aufgestellt wird, denn die Montage der Katzenfahrbahn, die aus einem einfachen IEisen besteht, und der Leitrollen für ein einziges Seil ist jedenfalls mit den geringsten Mitteln durchzuführen. Sehr wichtig ist ausserdem, dass zum Betriebe jede beliebige Winde benutzt werden kann. Ist es nicht möglich, die Neigung 1 : 6 zu erreichen, so sind diese Vorteile natürlich nicht mehr in dem Masse vorhanden, da ein Hilfsseil notwendig wird. Gegenüber den einseiligen Kranen, deren auf schräger Bahn laufende Katze an einem Anschlag auf der Bahn verriegelt wird, bietet der *Temperley*kran den sehr wesentlichen Vorzug, dass der Führer die Last an ganz beliebiger Stelle ablassen kann.

Fig. 163 giebt einen fahrbaren Schiffsentlader wieder, dessen wasserseitiger Ausleger aufgezogen werden kann. Die Ausladung beträgt nach dem Wasser zu 14,3, nach dem Lande 12,5 m. Bei solchen Längen muss der Fahrbahnträger durch wagerecht gespannte Seile seitlich gehalten und durch ein [oder IEisen versteift werden, das mit seinem horizontal

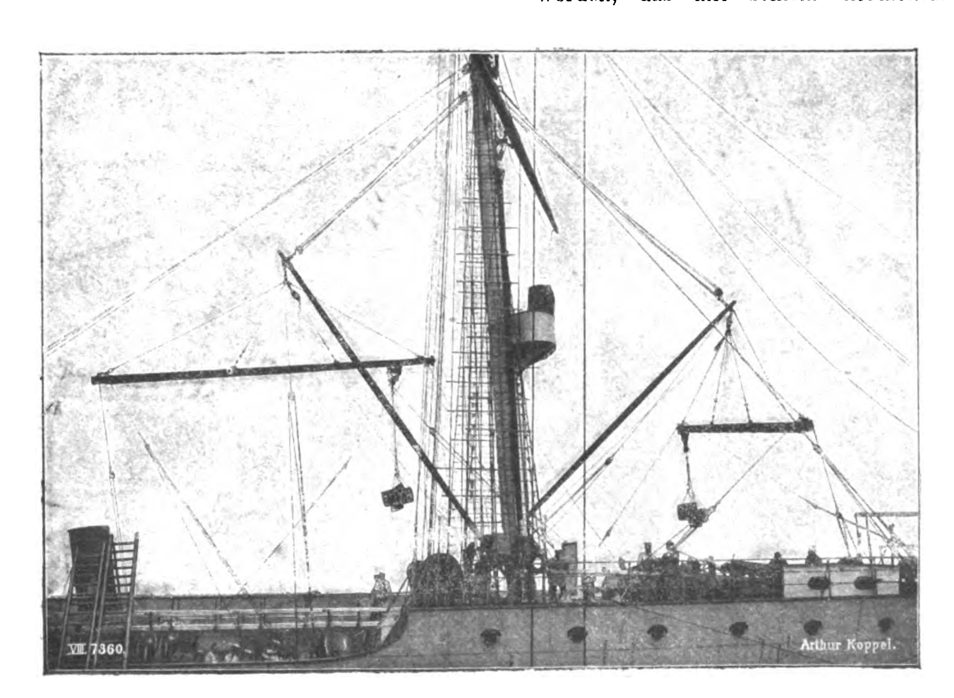


Fig. 166. Schulschiff mit Temperley-Transportern (ausgeführt von Arthur Koppel).

gelegten Steg auf den oberen Flansch des Trägers genietet wird.

Ein feststehender Ladeturm, ausgeführt von *Arthur Koppel*, ist in Fig. 164 abgebildet. Eigenartig ist die Ausbildung des weit vorkragenden Auslegers, der einen Fachwerkbalken darstellt, bei dem die Zugglieder aus Seilen, die Druckstäbe dagegen knickfest aus Profileisen hergestellt sind. Gegen Kippen wird das ganze Gerüst durch Verankerung in einer Mauer gesichert.

das *Arthur Koppel* eine derartige Einrichtung geliefert hat. Die Ladebäume werden an einem passenden Platz auf Deck untergebracht und nur hochgezogen, wenn mit ihnen garbeitet werden soll.

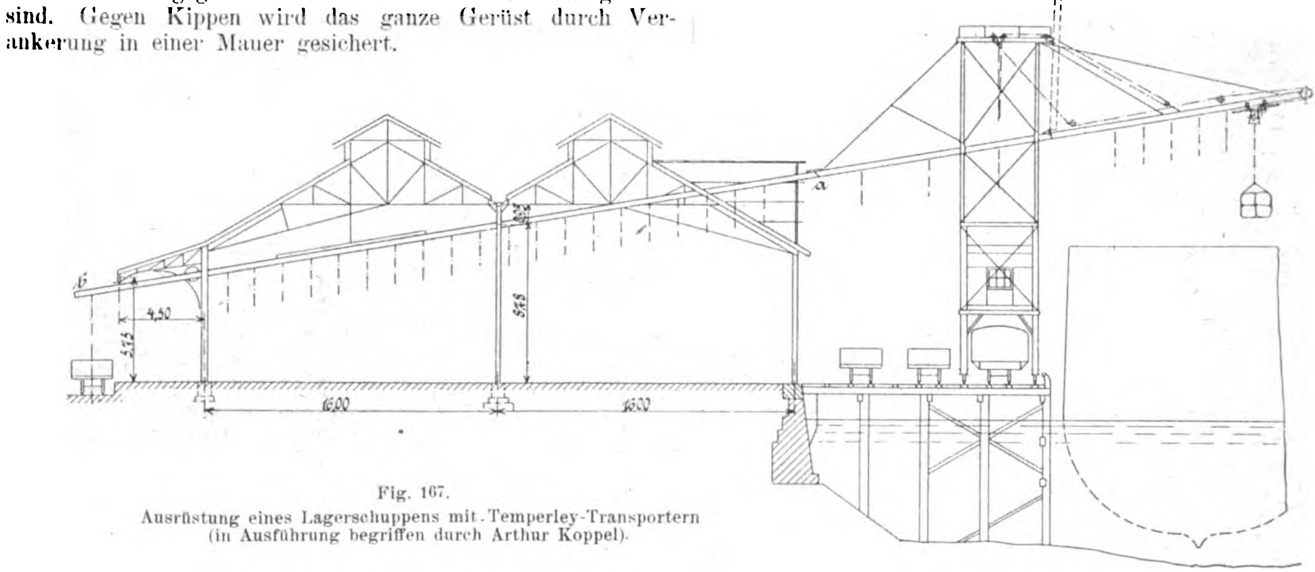


Fig. 167.
Ausrüstung eines Lagerschuppens mit Temperley-Transportern (in Ausführung begriffen durch Arthur Koppel).

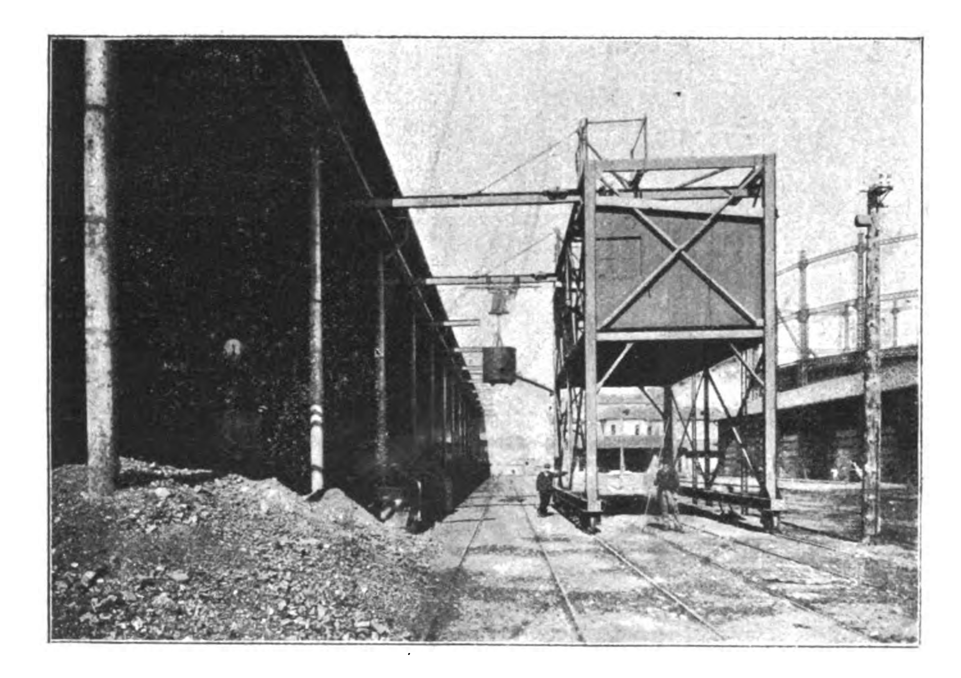


Fig. 168.
Kohlenschuppen mit Temperley-Transportern (ausgeführt von Arthur Koppel).

Zur Zeit hat *Koppel* eine grössere Anlage für *Lourenço Marquez* in Bau, deren Ausführung die Skizze Fig. 167 zeigt. Es werden hier Stückgüter verladen, doch ist die Anordnung ebenso gut für die Lagerung von Kohlen zu gebrauchen und darf deshalb hier wiedergegeben werden, zumal sie ein besonders deutliches Beispiel für die Vorzüge des *Temperley*transporters bietet. Drei Lagerschuppen sind mit je 12 festen Ladebäumen *a b* ausgerüstet, die in 5 m Abstand von einander liegen. Ferner sind vier fahrbahre Ladetürme vorhanden, um die Waren aus dem Schiff zu heben. Jeder Turm kann nun mit einem beliebigen Träger verbunden und so der ganze Schuppen versorgt werden. Da die Ladebäume mit der erforderlichen Neigung verlegt werden durften, so ist kein Gegengewichtsseil nötig, und die Einrichtung ist betriebsfertig, sobald die Trägerenden am Punkte *a* aneinander geschlossen sind. Der Betrieb ist demnach so einfach, wie nur irgend denkbar.

Ausserordentlich einfach aufzustellen ist die Konstruktion (Fig. 165), wo zwei Auslegerbäume von 18 und 12 m Länge an einem gegen den Boden verankerten Mast befestigt sind.

Ausgedehnte Verwendung hat der *Temperley*transporter für die Befrachtung und Entladung von Schiffen gefunden, besonders in der englischen Marine. Fig. 166 zeigt ein russisches Schulschiff, gebaut von den *Howaldtswerken*, für

Von einer ähnlichen Ausführung für das *Gaswerk Turin* giebt Fig. 168 eine Abbildung, doch ist die Anordnung hier weniger günstig, da die Träger horizontal liegen. Der fahrbare Turm trägt zwei Ladebäume, die an zwei benachbarte feste Träger des Schuppens angeschlossen werden können.

(Fortsetzung folgt.)

Die Kraftstation II der Grossen Leipziger Strassenbahn.

Von Ingenieur **Kurt Bräuer**, Lehrer am Technikum Mittweida.

Der gesamte Strassenbahnverkehr der Stadt Leipzig wird von zwei Privatgesellschaften, der *Grossen Leipziger Strassenbahn* und der *Leipziger Elektrischen Strassenbahn* vermittelt. Der Betrieb ist ausschliesslich elektrisch: die Stromverteilung erfolgt durch Oberleitung, die Betriebsspannung beträgt 550 Volt.

Die *Grosse Leipziger Strassenbahn* sah sich im Jahre 1899 infolge der stetig wachsenden Belastung der vorhandenen

Fig. 1.
Schnitt durch das Maschinenhaus.

Fig. 2. Grundriss der Maschinenanlage.

Kraftzentrale genötigt, eine zweite Kraftstation zur Erzeugung des elektrischen Stromes für den Strassenbahnbetrieb in Leipzig-Lindenau zu errichten. Die im Jahre 1895 im Zentrum der Stadt am Flossplatz erbaute Station mit zwei Dampfdynamos von je 750 PS und zwei von je 400 PS ist ausgebaut und kann örtlicher Verhältnisse wegen nicht mehr vergrössert werden.

Der Bau der neuen Station ist von der *Union Elektrizitätsgesellschaft* in Berlin ausgeführt worden.

Die Baulichkeiten (Fig. 1 und 2) bestehen aus einem Gebäude zur Aufnahme von fünf Maschinensätzen, von denen bei normalem Betrieb drei Stück gleichzeitig arbeiten, während die übrigen in Reserve stehen, einem Kesselhause zur Aufnahme von fünf *Gehre*-Kesseln und einem Ueberhitzer. Ueber dem Kesselraume liegt ein Kohlenbunker zur Aufnahme von 750 t Kohlen. An den Kesselraum schliessen sich weitere Räumlichkeiten für die Wasserreinigungsapparate, den Ekonomiser und die Kesselspeisevorrichtungen. Neben dem Maschinenhaus, an dessen einer Schmalseite, ist ein zweistöckiges Akkumulatorenhaus zur Aufnahme einer Pufferbatterie angelegt.

Die Rauchgase werden nach Durchgang durch den Ekonomiser in einen gemauerten, 50 m hohen Schornstein geleitet, der an der oberen Mündung 2,5 m lichten Durchmesser hat.

und einem gemeinsamen Hub von 600 mm. Jede Maschine leistet bei rund 10 Atm. absoluter Dampfeintrittsspannung und 120 Umläufen in der Minute normal 320 PS_e und maximal 450 PS. Die Dampfverteilung im Hochdruckzylinder erfolgt durch Rider-Kolbenschiebersteuerung, im Niederdruckzylinder durch einen Kolbenschieber mit Trickkanal (Fig. 3 bis 5).

Fig. 3.

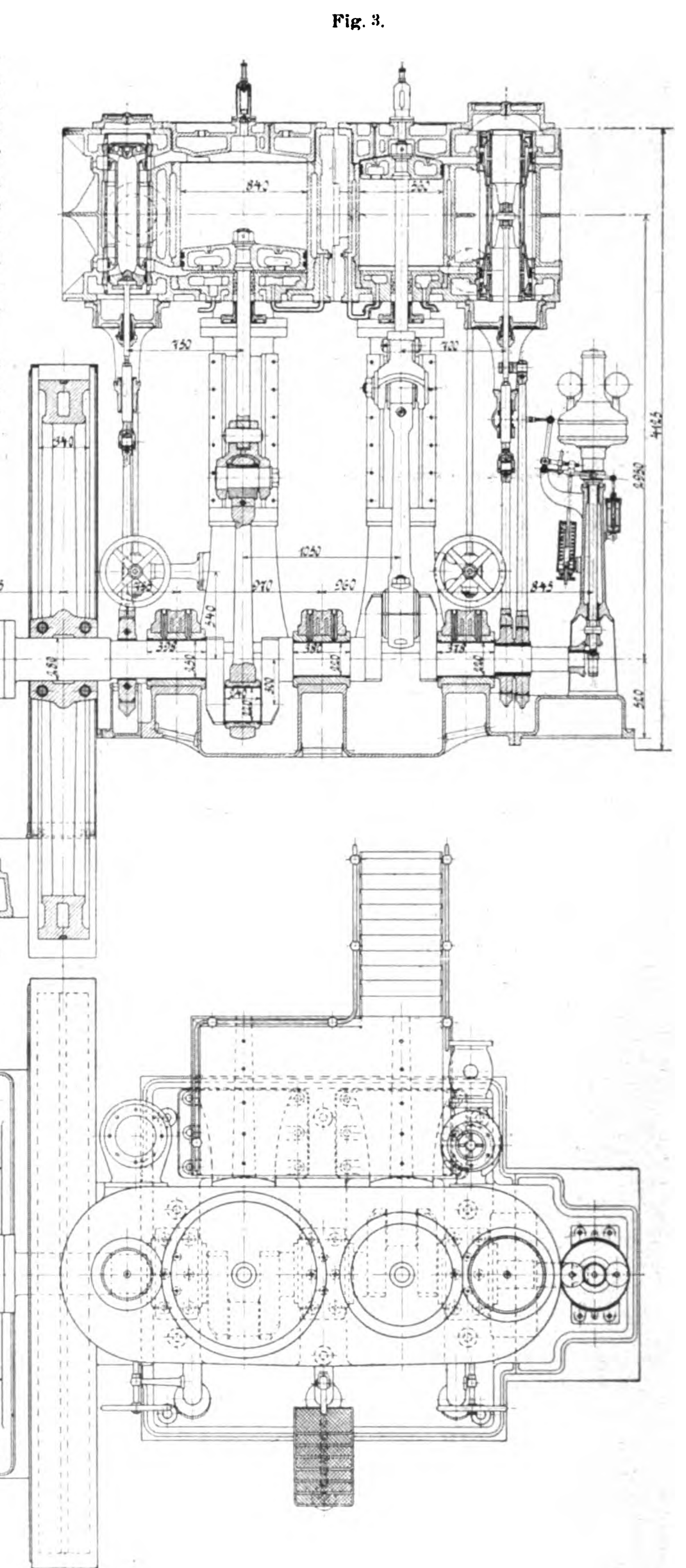


Fig. 5.

Fig. 3—5. Dampfmaschine der Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Ph. Swidersky.

I. Der mechanische Teil.

Die Dampfmaschinen.

Die von der *Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Ph. Swidersky* in Leipzig gelieferten Betriebsdampfmaschinen sind Verbundmaschinen von 560 × 840 mm Zylinderdurchmesser

Beide Zylinder haben heizbare Deckel und Böden, sowie Dampfmäntel. Die Böden sind von oben in die Zylinder hineingesetzt und halten die unten mit einem ringförmigen Ansatz versehenen Zylindereinsätze fest. Die Kurbeln sind gegenläufig angeordnet, so dass die Aufnehmerspannung nur

geringe Schwankungen zeigt, was auch aus den Diagrammen (Fig. 6) ersichtlich ist. Die Kurbelwellen sind durch Scheibenkupplungen mit den Ankerwellen der zugehörigen Dynamomaschinen verbunden. Die Schwungräder der Maschinen sind zur Abschwächung des Luftwiderstandes eingekapselt; sie geben den Maschinen einen Ungleichförmigkeitsgrad von $\delta = \frac{1}{200}$. Alle Reibungsflächen werden durch Zentral-

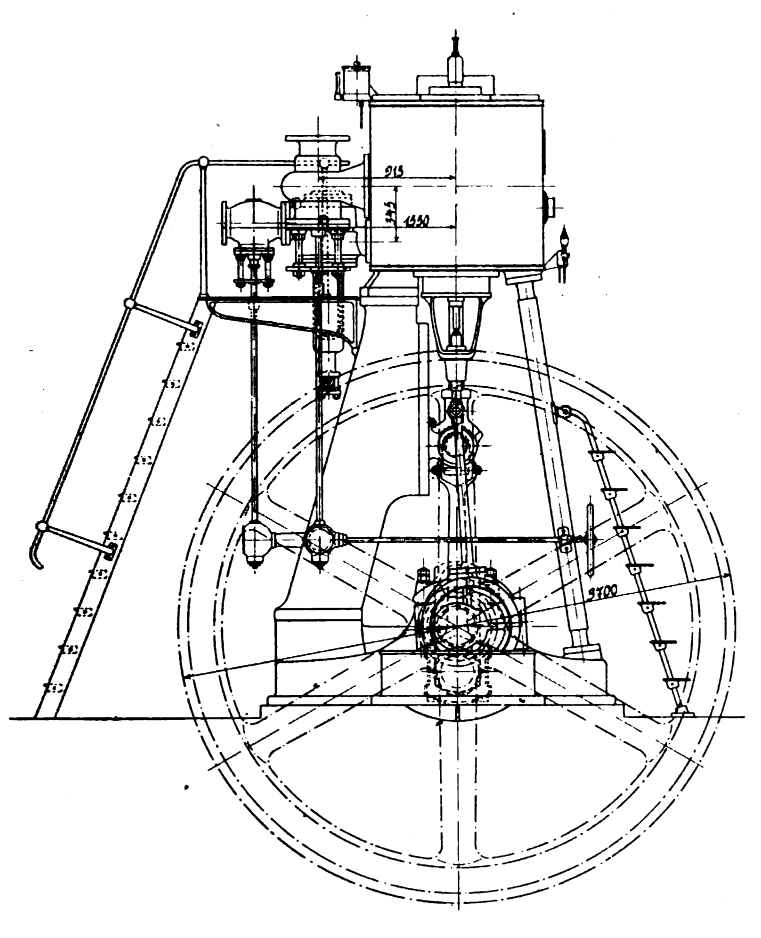


Fig. 4.

schmierungen mit Oel versehen aus Behältern, die auf den Maschinen aufgestellt sind. Der schwere Fliehkraftregler ist mit Oelbremse und Verstellvorrichtung ausgerüstet. Letztere besteht in einer Hilfsfeder, deren Angriffspunkt am Muffenhebel des Regulators mittels Handrad und Schraube verändert werden kann. Es kann somit die Umlaufzahl während des Betriebes in gewissen Grenzen verändert werden.

Bei den Abnahmeversuchen wurden acht Sätze Indikatordiagramme genommen, vier mit gesättigtem und vier mit überhitztem Dampfe.

fasser D. p. J. 1901 S. 501 angegebenen Verfahren ergab, dass die Expansionslinien Exponentialkurven sind, deren veränderlicher Exponent für gesättigten Dampf einen mittleren Wert von 0,94 und für überhitzten Dampf einen solchen von 1,05 hat. Infolge der Eintrittskondensation tritt während der Expansion des gesättigten Dampfes unter Mitwirkung der geheizten Wandungen ein kräftiges Verdampfen des Kondensats ein, so dass die Expansionslinie über die Isotherme steigt. Die Expansionslinie des überhitzten Dampfes liegt dagegen etwas unter der Isotherme.

Bei den Abnahmeversuchen wurde 1 Tag mit gesättigtem Dampf und 1 Tag mit überhitztem Dampf gearbeitet. Die Ueberhitzung betrug 71° C. am Ueberhitzer und noch 50° C. an der Maschine. Die Versuche fanden allerdings unter ungleichen Verhältnissen statt; bei dem Versuch mit gesättigtem Dampf waren die Kessel stark überlastet, infolgedessen ergab sich bei Anwendung von überhitztem Dampf (unter normalen Verhältnissen) eine abnorm grosse Dampfersparnis. Die Versuche haben aber dargethan, dass unter normalen Verhältnissen die Ueberhitzung des Dampfes eine Ersparnis von mindestens 10 v. H. bedingt.

Sämtliche Maschinen sind an eine Zentralkondensation angeschlossen.

Die Kondensations- und Rückkühlanlage.

Zur Kondensation des Abdampfes sämtlicher Maschinen dienen zwei im Keller des Maschinenhauses aufgestellte Strahlkondensatoren *w*, System *Worthington*, in Verbundkonstruktion, jeder verbunden mit je einer Luft- und Wasserpumpe. Beide Kondensatoren sind imstande stündlich 12000 kg Dampf niederzuschlagen. Da die Beschaffung einer genügenden Frischwassermenge für die Kondensation infolge Wassermangels unmöglich ist, so ist eine Rückkühlanlage aufgestellt worden. Diese besteht aus einem runden, ganz in Schmiedeeisen ausgeführten Kaminkühler mit natürlichem Luftzuge. Die beiden Luftpumpen giessen das ölhaltige Kondenswasser der Betriebsmaschinen in ein gemauertes, an der Aussenseite des Maschinenhauses befindliches Bassin, in dem auch die Abscheidung des mitgeführten Zylinderöls erfolgt.

Der Abdampf der Kondensatoren, sowie der Rohwasserpumpen *l* (vergl. Grundrissplan) kann entweder durch einen *Schaffstädt*-Vorwärmer *y* geleitet werden, wo er zur Vorwärmung des von den Rohwasserpumpen geförderten Speisewassers dient, oder man kann ihn durch Umschalten eines Wechselventils ins Freie leiten. In beiden Fällen geht das ölhaltige Kondenswasser in den Oelabscheider. Die an die Kondensation angeschlossenen Wasserpumpen entnehmen das fast ganz von Oel befreite Wasser diesem Bassin und drücken es auf die Höhe des Kühlers, etwa 7 m über Terrainhöhe. Das durch den entstehenden Luftzug abgekühlte Wasser sammelt sich in dem runden, im Fundament des Kühlers befindlichen Bassin, aus dem es die Kondensatoren wieder entnehmen. Während dieser Abkühlung wird der Rest des

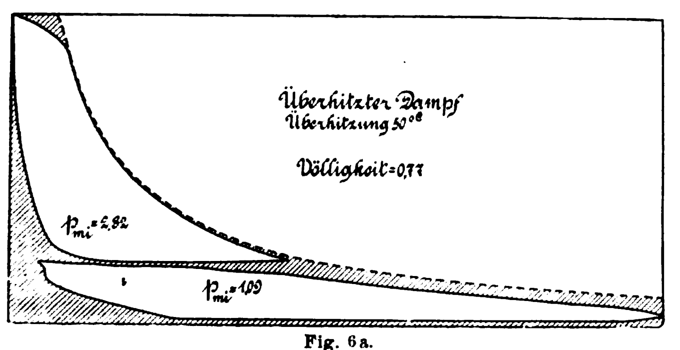


Fig. 6a.
Arbeitsdiagramm bei Verwendung von überhitztem Dampf.

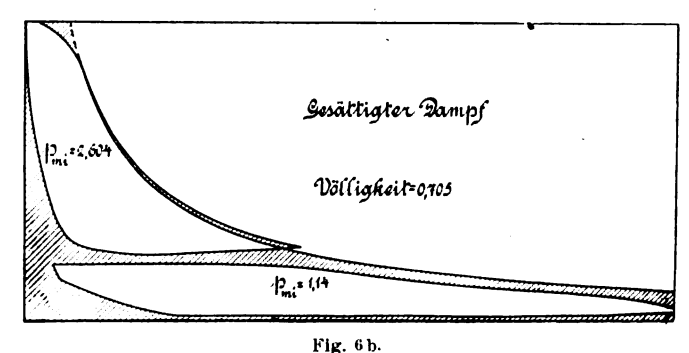


Fig. 6b.
Arbeitsdiagramm bei Verwendung von gesättigtem Dampf.

In Fig. 6 ist je ein Satz Diagramme zusammengelegt. Die Diagramme weisen eine gute Völligkeit auf, besonders als mit überhitztem Dampf gearbeitet wurde.

Eine Bearbeitung der Diagramme nach dem vom Ver-

Oels abgeschieden und kann, auf der Oberfläche des Wassers schwimmend, abgeschöpft werden. Die Rohrleitung der Kondensations- und Rückkühlanlage ist in Fig. 1 und 2 dargestellt. Im Falle einer Betriebsstörung dieser Anlage



können sämtliche Maschinen auch mit Auspuff arbeiten. Die Bedienung des hierzu nötigen Wechselventils erfolgt durch Handrad vom Maschinenraum oder der Kondensatorgrube aus.

Zeichenerklärung zu Fig. 1 und 2.

1: Kohlenbunker für 750 t.
2: Brunnen.
3: Kohlengeleis.
4: Ablaufrohre vom Bunker nach den Kesselfeuerungen.
5: Schlauchanschlüsse der Leipziger Feuerwehr.
6: Ausblasrohr für alle Kessel.
7: Ausblasleitung für den Oberkessel.
8: Abwasserpumpe.
9: Automatische Kondenswasser-Rückleitung zu den Dampfsammlern.
10: Speiseleitung für den Kessel.
11: Kessel-Ausblasebassin.
a: Sammelleitung für gesättigten Dampf.
b: Ueberhitzer.
c_0: Brunnenwasser in das Brunnenwasserbassin.
c_1: Leitung für reines Kondenswasser zu den Rückdruckapparaten (siehe Fig. 24).
c_2: Saugleitung der Wasserpumpen vom Brunnenwasserbassin.
c_3: Abflussleitung für reines Kondenswasser nach dem Brunnenwasserbassin (siehe auch Fig. 24).
c_4: Ueberlaufrohr für das Brunnenwasserbassin.
c_5: Brunnenwasserbassin.
d: Kaltes Speisewasser direkt von den Speisepumpen d_2 und Injektoren g.
d_1: Heisses Speisewasser aus dem Economiser p.
d_2: Speisepumpen.
d_3: Speisewasserreiniger.
e: Frischdampf zu den Speisepumpen und Injektoren.
e_1: Abdampf von den Speisepumpen.
e_2: Sammelleitung für den Abdampf der Hauptmaschinen.
e_3: Frischdampfleitung zu den Kondensatoren und Rohwasserpumpen.
e_4: Abdampf von den Kondensatoren und Rohwasserpumpen.
f: Druckleitung der Speisepumpen.
f_1: Saugleitung vom Reinwasserbassin.
g: Injektoren.
g_1: Saugleitung der Injektoren vom Reinwasserbassin.
h: Schaffstaedt-Vorwärmer für Abdampf der Speisepumpen.
i: Leitung für gereinigtes Wasser von den Wasserreinigern zum Reinwasserbassin.
k: Hochbehälter (wird von den Rohwasserpumpen l gespeist).
l: Rohwasserpumpen.
l_1: Mündung der Druckleitung t der Rohwasserpumpen in den Hochbehälter k.
m: Ablaufleitung zum Entleeren des Economisers.
n: Zur Kanalisation.
o: Sicherheitsventile des Economisers.
p: Economiser.
q: Ringförmige Hauptdampfleitung.
q_1: Frischdampfleitungen zu den Hauptmaschinen.
q_2: Abdampfleitungen von den Hauptmaschinen.
r: Sammeltöpfe für reines Kondenswasser (siehe auch Fig. 24).
r_1: Sammelgrube.
s: Kompressoren für die Wasserhebung.
t: Druckleitung der Rohwasserpumpen nach dem Hochbehälter.
u: Abdampfleitung der Rohwasserpumpen und des Kondensators, entweder durch den Vorwärmer y, oder in das Auspuffrohr e_4.
v: Druckleitung der Zirkulationswasserpumpen nach dem Kühlturm.
v_1: Leitung des Einspritzwassers für den Kondensater vom Bassin des Kühlturms zur Luftpumpe.
v_2: Saugleitung der Zirkulationswasserpumpen vom Brunnenwasserbassin.
w: Kondensatoren.
x: Sammelrohr für das im Vorwärmer y und der Auspuffleitung e_4 abgeschiedene Oel.
x_1: Ausgussleitung der Luftpumpen in den Oelabscheider.
y: Schaffstaedt-Vorwärmer.
z: Zusatzdynamo.
z_1: Akkumulatoren.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

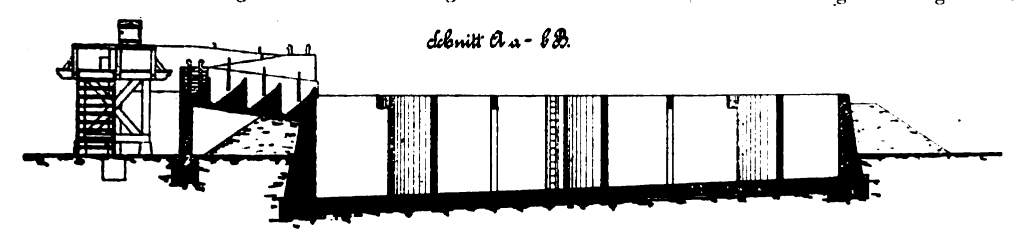
Wasser-Abwasser-Reinigungs- und Enthärtungsanlagen „System Schlichter".

Bei der hohen Wichtigkeit, die die Beschaffung eines guten, weichen und von schädlichen Bestandteilen freien Wassers für alle Zweige der Industrie zur Speisung der Dampfkessel und für einzelne Zweige derselben (Färbereien, Wäschereien, Bierbrauereien, Zuckerfabriken und Papierfabriken) im besonderen besitzt, ist das Gebiet der Wasserreinigung schon seit langer Zeit der Gegenstand mannigfaltiger Erfindungen und Versuche gewesen. Man bediente sich zur Erreichung des gewünschten Zweckes zwei verschiedener Verfahren; bei dem einen nahm man chemische Einwirkungen auf das Wasser zu Hilfe, bei dem anderen benutzte man rein mechanische Hilfsmittel. In manchen Fällen lassen diese Verfahren, einzeln angewandt, auch das Ziel erreichen, in anderen wieder versagen sie, und nur eine Vereinigung beider vermag den Erwartungen zu entsprechen. — Die so entstehenden Anlagen, die im Grunde aus zwei verschiedenen, nach einander wirkenden, bestehen, leiden aber in den meisten Fällen unter dem Nachteil, dass sie nur verhältnismässig geringe Mengen gereinigten Wassers liefern, wenn man die Anlagen nicht sehr gross wählt, wodurch indessen die Betriebskosten infolge des hohen Anlagekapitals recht hohe werden.

Eine viel versprechende Neuerung auf dem Gebiete der Wasserreinigung sind die „Wasser-Abwasser-Reinigungs- und Enthärtungs-Anlagen", wie sie von der *Zementwarenfabrik Dyckerhoff & Widmann* in *Dresden* nach dem Verfahren von *Schlichter* ausgeführt werden und auf der Ausstellung in Düsseldorf vorgeführt wurde. Dieses Verfahren, welches in glücklichster und einfachster Weise die chemische Reinigung des Wassers mit der mechanischen vereinigt, auf letztere allerdings das Hauptgewicht legt, hat, da es auf maschinelle Betriebskräfte jeder Art verzichtet, den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit neben hoher Leistungsfähigkeit, besonders was die Menge des zu reinigenden Wassers anbelangt. Die Reinigung und Enthärtung des Wassers wird mit Hilfe der näher zu beschreibenden Konstruktionsart der Anlage unter Zusatz von Chemikalien bewirkt, deren Art und Menge durch eine Analyse des in Frage kommenden Wassers festgestellt werden muss.

Die in Fig. 1 dargestellte Anlage wird in Zementbeton mit Eisenarmatur ausgeführt. Der Reinigungsvorgang ist kurz der folgende: Das zu reinigende Wasser gelangt zunächst gleichzeitig mit den nötigen Chemikalien in den sogenannten „Wirbelabscheider", ein im starken Gefälle liegendes Gerinne, welches durch Querwände in treppenartig aufeinander folgende Kammern eingeteilt ist. In diese Kammern sind den Querwänden parallel, etwa bis $^2/_3$ der Rinnentiefe eintauchende Scheidewände hängend eingebaut. Der Boden einer jeden Abteilung hat eine dem Gefälle des Gerinnes entgegengesetzte Neigung. Durch diese Anordnung wird das durchfliessende Wasser in starke Wirbelbewegung versetzt und somit eine gute Durchmischung des Rohwassers mit den zugeführten Chemikalien bewirkt, wofür andere Systeme Rührwerke anwenden müssen; zugleich wird eine kräftige Durchlüftung des Wassers erreicht. Ein Teil der im Wasser schwebenden Fremdstoffe und des durch die Einwirkung der Reagentien entstandenen flockigen Niederschlags bleibt in dem Wirbelabscheider zurück, wo er gewissermassen einen Naturfilter bildet. Die Hauptmenge jedoch wird durch das rasch hindurchfliessende Wasser mitgerissen und gelangt erst im „Klärbecken" zur Abscheidung. Das Klärbecken ist durch eingebaute Zwischenwände in mehrere Abteilungen

geteilt und mit einem ansteigenden Boden versehen. Im Zwangslauf des Klärbeckens geht die Abscheidung des Schlammes und



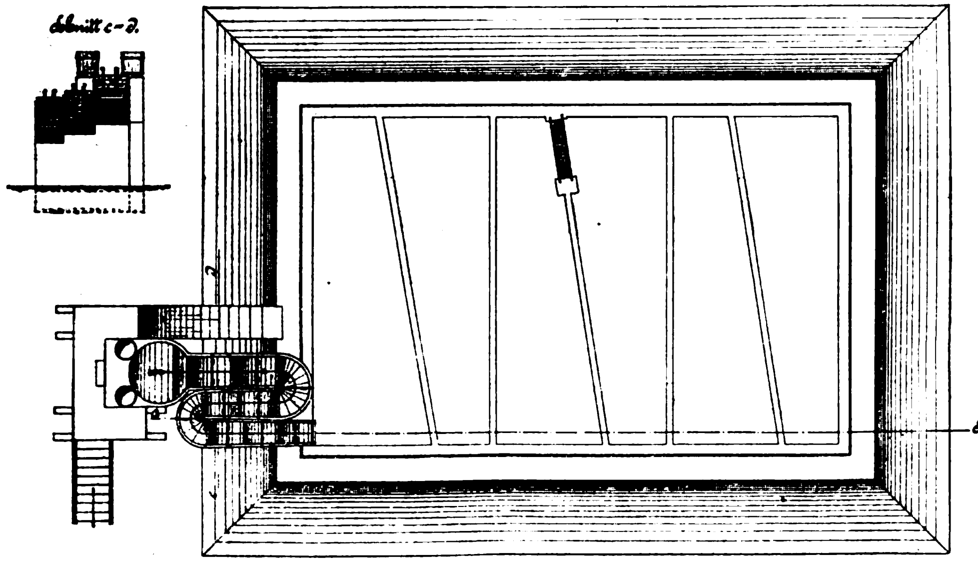


Fig. 1.

somit der mechanische Teil der Wasserreinigung vor sich, während in dem Wirbelabscheider sich vorzugsweise der chemische abspielt. In dem ersten, tiefsten Teile des Klärbeckens scheidet sich die Hauptmenge der Sedimentstoffe ab, während die letzten Spuren in den folgenden zurückbleiben und das Wasser die Anlage schliesslich völlig klar verlässt. Zugleich mit der Ausscheidung des Schlammes aus dem Wasser tritt auch eine erhebliche Verminderung der im Wasser enthaltenen Mikroorganismen ein, die sich in den schwammigen, porösen Niederschlägen fangen und mit ihnen niedergerissen werden.

Ein wesentlicher Vorteil des geschilderten Systems, der zugleich seine hohe Leistungsfähigkeit in quantitativer Hinsicht bedingt, liegt in dem Umstande, dass man nicht nötig hat, das Wasser ruhig und langsam die Reinigungsanlagen durchlaufen zu lassen, sondern dass im Gegenteil ein rasches Durchlaufen, welches ein besseres Durcheinanderwirbeln des Wassers ermöglicht, von Vorteil ist. Ebenso ist ein häufiges Reinigen der Anlage nicht nur nicht nötig, sondern sogar nachteilig. Man lässt vielmehr die in dem Wirbelabscheider entstehenden Ablagerungen thunlichst lange in demselben, damit sie die schon oben erwähnte filtrierende Wirkung ausüben können.

Eine nach dem eben beschriebenen System eingerichtete Anlage, die eine tägliche (10stündige) Leistung von 600000 Liter aufweist, ist in der mechanischen Baumwollenweberei *J. Schiesser* in Radolfszell seit dem Jahre 1900 ohne jede Störung im Betrieb.

Aber nicht nur für die Gewinnung von guten Betriebswässern lässt sich das System *Schlichter* anwenden, sondern auch für die Reinigung von Abwässern jeder Art. — Versuche, die in dieser Beziehung mit dem Kanalwasser der Stadt Konstanz angestellt wurden, lieferten recht befriedigende Ergebnisse. Nachstehender Auszug aus den Analysenbefunden eines Abwassers vor und nach der Klärung möge zur Kennzeichnung der Wirkung der Anlagen gegeben sein:

	I. Probe (ungeklärt)	II. Probe (geklärt)
Geruch:	faulig-modrig	viel reiner
In 1 Liter sind enthalten:		
Suspendierte Stoffe	2,2455 g	0,0527 g
Gelöste Stoffe:		
Verdampfrückstand (120° C.)	0,8526 g	0,5946 g
Härte in deutschen Härtegraden:	22.27°	6.77°
Oxydierbarkeit entsprechend Sauerstoffverbrauch pro 1 Liter:	0,1500 g	0,0560 g
Keimzahl pro 1 ccm Wasser:	354000	1950

Dr. Hgr.

Bücherschau.

Die Mechanik der Atome von *Dr. Gustav Platner.* Berlin, 1901. M. Krayn.

Die vorliegende 96 Seiten lange Abhandlung lässt sich kurz als eine fleissige Sammlung bezw. Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse bezeichnen, welche von den ersten Analytikern, Physikern und Chemikern der Neuzeit über die Mechanik der Atome und damit zusammenhängende Probleme veröffentlicht worden sind, während eine eigene positive Förderung dieses Wissensgebietes vom Verfasser wohl nicht beansprucht wird und auch nicht beansprucht werden kann. Die Literaturangaben sind fast durchweg genau und vollständig und versagen nur bei einzelnen, allerdings ausserordentlich wichtigen Punkten. Dies gilt insbesondere bei der Behandlung des räumlichen Wirkungsgesetzes; denn bei Besprechung der Gasspannungsgesetze wird nur auf die *van der Waal*sche Formel bezug genommen, während *Dührings* Arbeiten über das Zwischenvolumengesetz und die daraus sich ergebenden Schlussfolgerungen gar nicht erwähnt werden. In gleicher Weise versagt die Literaturkenntnis des Autors gelegentlich der Besprechung der ganz neuen Anwendung des *Doppler*schen Prinzipes auf die Massenanziehung und die Elektrizität (S. 3 und 4). Es heisst dort: „Ist die Anziehung, wie wahrscheinlich, die Folge einer im Raume sich fortpflanzenden Bewegung des Aethers, so gelten diese Gesetze nur für ruhende Körper. Für bewegte Massen gewinnt das *Doppler*sche Prinzip eine grosse Bedeutung . . . Dem Einfluss der Bewegung hat für die Elektrodynamik *Weber* Rechnung getragen in der Formel:

$$c \cdot \frac{m \cdot m^1}{r^2}\left[1 - \frac{1}{h^2}\left(\frac{d\,r}{d\,t}\right)^2 + \frac{1}{h^2}\,r\,\frac{d^2\,r}{d\,t^2}\right]$$

Tisserand (*Comptes r.* Bd. 75) untersuchte die Attraktion nach dieser Formel. Der Ausdruck hat lediglich eine empirische Bedeutung, der Wert eines Naturgesetzes kommt ihm nicht zu; diese zu finden, bleibt der Zukunft vorbehalten . . . Sie (die Gravitation) unterliegt also auch dem *Doppler*schen Prinzip." Die Anwendung des *Doppler*schen Prinzipes auf die Elektrizität und die Massenanziehung und die theoretische Ableitung des elektrodynamischen Grundgesetzes *Webers*, mit Hilfe desselben hätte der Autor leicht mit Hilfe desselben Prinzips in meinen Arbeiten in D. P. J., Jahrg. 1900, und in meinen physikalischen Schriften „Elementare Physik des Aethers", „Licht-, Elektrizitäts- und X-Strahlen" und in „Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen und deren Wirkungsgesetze" finden können, welche ja ebenfalls in dem Verlage von *M. Krayn* erschienen sind.

Wie die auf S. 2 angeführten Sätze über die Gewichtslosigkeit des Aethers und der Aenderung der Aetherdichte sich mit einander vereinigen lassen, ist nicht ohne weiteres einleuchtend, wird aber vom Verfasser nirgends in seiner Schrift erklärt. Ebenso wird die kinetische Gastheorie ohne Kritik als richtig angenommen und benutzt. Obwohl nur an einzelnen Stellen, wie beispielsweise auf S. 87 an „Haftintensität" (*le Blanc*), „Elektroaffinität", „Materielles, imponderables Elektron" (*Nernst*), eine wirkliche Kritik der bisherigen Lösungen versucht wird, so kann doch die sorgfältige Zusammenstellung der bisherigen wichtigen Arbeiten über die

Mechanik der Atome, namentlich auch wegen des Eingehens auf die chemischen und elektrochemischen Theorieen zur Orientierung empfohlen werden. *Rudolf Mewes.*

Ueber den Zug und die Kontrolle der Dampfkesselfeuerungen von *Ed. Donath*, Professor der chemischen Technologie an der K. K. Technischen Hochschule in Brünn. Mit 41 Abbildungen. Leipzig und Wien. Franz Deuticke.

Der Verfasser behandelt das im Titelwort näher bezeichnete Spezialgebiet in der etwa 7 Druckbogen umfassenden Schrift ausführlich und mit grosser Sachkenntnis.

Die Abhandlung beginnt mit einer Besprechung der Mittel zur Zugerzeugung; es wird zunächst die Wirkungsweise des Schornsteines eingehend dargelegt; hieran schliesst sich eine Besprechung der Vorzüge und Nachteile des natürlichen Zuges, worauf der Verfasser in eine sehr ausführliche Erörterung des mechanischen Zuges eintritt. Im allgemeinen gelangt der Verfasser hierbei zu einer sehr günstigen Beurteilung des mechanischen Zuges, was sich schon durch die häufige Bezugnahme auf die Veröffentlichungen von *R. Schenkel* und andere Befürworter des mechanischen Zuges zu erkennen giebt. Doch sei hervorgehoben, dass der Verfasser bei aller wohlwollenden Behandlung der mechanischen Zugerzeugung es nicht unterlässt, auch die Gegner des mechanischen Zuges zum Worte kommen zu lassen; insbesondere sind die Einwände, die *Cario* und andere den Ausführungen *R. Schenkels* entgegenhielten, gebührend berücksichtigt. Das günstige Urteil des Verfassers über die mechanische Zugerzeugung stützt sich übrigens auch auf eigene Erfahrungen.

Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit der Messung der Zugstärke; es werden die Zugmesser von *Fischer*, *Scheurer-Kestner*, *Ww. Joh. Schumacher*-Köln, *Segers*, *Fletscher-Lunges*, *Walther Dürr* und der *Sturtevant Comp.* durch Abbildungen dargestellt und besprochen. Es folgt dann ein Kapitel über die Regulierung des Zuges; hierbei geht der Verfasser besonders auf die verschiedenen mechanischen Hilfsmittel zur selbstthätigen Zugregulierung näher ein.

Nachdem noch die beiden verschiedenen, aber oft für gleichwertig geachteten Begriffe: Stärke des Zuges und Menge der angesaugten Luft erörtert worden sind, folgt die Entwicklung der Theorie, welche die Luftmenge aus der Zusammensetzung der Heizgase ermitteln lässt. Zum Schlusse werden dann verschiedene Apparate zur Feststellung des CO_2-Gehaltes beschrieben. Vermisst wurde der doch am meisten gebräuchliche Orsat-Apparat, der nicht nur zuverlässig, sondern auch billig ist, was von den angeführten Apparaten nicht ohne weiteres behauptet werden kann.

Im allgemeinen kann gesagt werden, dass jeder Feuerungstechniker das Buch mit Interesse lesen wird. Insbesondere aber der Fabrikchemiker, dem die Kontrolle von Feuerungsanlagen obliegt, und für den das Buch hauptsächlich geschrieben ist, wird sich manchen wertvollen Rat und manche nützliche Anregung aus dem Buche holen können. *Herre.*

Genauigkeitsuntersuchungen für Längenmessungen mit besonderer Berücksichtigung einer neuen Vorrichtung für Präzisions-Stahlbandmessung von Dr. Techn. *Hans Löschner*. Hannover, 1902. Verlag von Gebrüder Jänecke.

Die vorliegende 56 Druckseiten und 15 in den Text gesetzte Abbildungen umfassende Abhandlung bildet hauptsächlich die wissenschaftliche Beschreibung eines neuen Spannapparates zur Bewerkstelligung von *Präzisions-Stahlbandmessungen*. Die bei diesen Stahlbandmessungen auftretenden, rechnungsmässig zu berücksichtigenden, mittleren Fehler sind in Formeln gebracht, gestützt auf die Ergebnisse aus zweierlei Versuchsreihen, nämlich auf 50 Reihen *mit* dem in Rede stehenden Spannapparate, teils auf minder ebenen Wegen, teils auf Asphaltpflaster durchgeführt und auf 45 Reihen *ohne* Spannapparat durchaus auf ebenen Wegen durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurden die Gleichungen für mehrere Kurven aufgestellt, deren nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmte Koeffizienten sich mit den empirisch gewonnenen Versuchswerten befriedigend decken. Für den Aufbau dieser mit Scharfsinn und wissenschaftlicher Strenge ausgeführten Ableitungen werden natürlich auch die bisher hinsichtlich der Fehlergrenzen bei Stahlbandmessungen im allgemeinen giltigen Erfahrungsdaten und Formeln mitbenützt. Ausserdem ist dem Hauptthema der Abhandlung eine Erinnerung und Vervollständigung der Genauigkeitsgesetze, welche bei Längenmessungen überhaupt in betracht kommen, als zweckdienliche Einführung vorangesetzt.

Diese mit musterhafter Gründlichkeit und Sorgfalt abgefasste Schrift darf ohne weiteres als eine Arbeit von eminent praktischem wie theoretischem Werte bezeichnet werden; die darin entwickelten Feststellungen bilden schätzenswerte Ergänzungselemente des reichen Gefüges der Messkunde. *L. K.*

Eingesandt.

(Ohne Verantwortlichkeit der Redaktion.)

Das studentische Arbeitsamt der Wildenschaft der Technischen Hochschule zu Berlin besteht nunmehr $1^1/_2$ Jahre. In diesem Semester hat es bisher über 100 Angebote erhalten, von denen $64^0/_0$ besetzt wurden. Die überwiegende Mehrzahl der vermittelten Stellen war technischer Art, unter ihnen eine nicht unerhebliche Anzahl von Anfangsstellungen. Der Rest umfasst Nachhilfestunden, literarisch-technische Arbeiten und Uebersetzungen in fast allen europäischen Sprachen. An Studierenden meldeten sich insgesamt 710 seit Bestehen des Arbeitsamtes, von denen rund $26^0/_0$ berücksichtigt werden konnten. Am stärksten beteiligt sind daran die Maschineningenieure, ihnen schliessen sich an die Chemiker, Hüttenleute, Architekten und Bauingenieure. Obige Zahlen lassen erkennen, dass die Einrichtung des Arbeitsamtes einem vorliegenden Bedürfnisse entsprach. In weiteren Kreisen der Industrie hat sich das Studentische Arbeitsamt schon gut eingeführt, indem in den meisten Fällen die Aufträge durch geeignete Besetzung erledigt werden konnten. Die Vermittlung geschieht bekanntlich unentgeltlich. Der Erfolg, den das Arbeitsamt bisher zu verzeichnen hatte, ist nicht zum wenigsten der grossen Unterstützung seitens des „Vereins Deutscher Ingenieure", sowie dem Entgegenkommen zahlreicher Fach- und Tageszeitungen zu verdanken.

„Zur Theorie der Kühlverfahren von Linde, Siemens & Mix mittels Kaltluftmaschine."

Es dürfte sich empfehlen, wenn noch die Versuche von *Joule* erwähnt werden, welche im „Philosophicae Magazine", III, Vol. XXVI, Jahrg. 1845, auf S. 369 ff (speziell auf S. 376 ff) veröffentlicht sind, die deutsch übersetzt sind in „*Spengel*, das mechanische Wärmeäquivalent von *James Prescott Joule*", Braunschweig 1872 bei *Vieweg & Sohn*; auch *Müller-Pouillet* berichtet hierüber in seinem „Lehrbuch der Physik", Bd. II S. 896, Braunschweig 1868.

Ferner sind an mich verschiedene Anfragen gerichtet worden, die zwar alle im grossen und ganzen mit einander konvergieren, ich aber ausser Stande bin, jede einzelne brieflich zu beantworten. Daher möchte ich die Herren Einsender ersuchen, aus den nachstehenden Ausführungen die Antworten zu entnehmen. Da wohl die Beantwortung der Anfrage des Herrn Ingenieur *Paul Freygang*, Dresden-A., ein allgemeines Interesse haben dürfte, so sei dieselbe im nachstehenden wiedergegeben:

„. . . . . Ich habe die Absicht, ein mit der Atmosphäre „in Verbindung stehendes, heisse Gase enthaltendes „Gefäss durch darin expandierende flüssige Kohlensäure „thunlichst schnell zu kühlen, und wäre ich Ihnen „sehr verbunden, wenn Sie mir gefl. angeben wollten, „ob hierfür eine Kühlung durch Eis, welches — „nach den Angaben auf einer Beilage zu dem Prospekt „der Gesellschaft für *Lindes* Eismaschinenbau über „deren Luftverflüssigungsmaschinen — den gleichen „Kühleffekt geben soll wie flüssige Luft, vorzuziehen „sein würde.""

Hierzu bemerke ich folgendes:

Ein positiver Rat lässt sich in diesem Falle nur geben, wenn mitgeteilt wird, *bis auf welche Temperatur* abgekühlt werden soll. Soll nur bis auf die Atmosphärentemperatur abgekühlt werden, so ist Eis resp. Eiswasser das gegenwärtig vorteilhafteste Kühlmittel; auch Brunnenwasser dürfte ausreichen. *Dr. Berkitz.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 10. Berlin, 7. März 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.



Analytisch-graphisches Verfahren zur Bestimmung der Durchbiegung zwei- und dreifach gestützter Träger.

Von Dr.-Ing. **Max Kloss.**

Um bei *Drehstrommotoren* einen möglichst guten $\cos \varphi$ zu erhalten, muss man bekanntlich den Luftraum zwischen rotierendem und festem Teil möglichst klein machen. Mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit ist es dann erforderlich, dass die Durchbiegung der Welle einen bestimmten Prozentsatz des Luftabstandes nicht übersteigt. Die Berechnung der Welle auf Festigkeit (zulässige Belastung auf Biegung und Drehung) genügt nicht, da sie hinsichtlich der Durchbiegung meist zu schwache Wellen liefert.

Das Bedürfnis nach einer einfachen Methode zur Bestimmung der *Durchbiegung für zwei- und dreifach gelagerte glatte und mehrfach abgesetzte Wellen* hat den Verfasser zur Ausarbeitung des im folgenden dargestellten Verfahrens veranlasst, das selbstverständlich nicht nur für Wellen, sondern ganz allgemein für beliebige Träger gilt.

Mit Rücksicht auf den im Rahmen einer Zeitschrift zur Verfügung stehenden Raum beschränken wir uns auf die Wiedergabe des Verfahrens für die verschiedenen in der Praxis vorkommenden Fälle und verweisen bezüglich der ausführlichen Ableitung der Gleichungen, sowie bezüglich ausführlich durchgeführter, der Praxis entnommener Anwendungsbeispiele auf die unter gleichem Titel im Buchhandel erschienene Abhandlung.[1])

Das Verfahren ist kein einheitliches, wie z. B. das *Mohr*sche Verfahren des Seilpolygons. Es beruht vielmehr auf wechselseitiger Anwendung von Rechnung und Zeichnung, indem man, soweit die Formeln sich für den Gebrauch des Rechenschiebers eignen, die Werte rechnerisch ermittelt, andere wiederum konstruiert. Die Konstruktionen ergeben sich einfach als graphische Bilder der analytisch abgeleiteten Gleichungen.

Bei mehrfach abgesetzten Trägern stösst man auf mehr oder minder komplizierte analytische Ausdrücke. Hierbei werden jedoch umständliche Rechnungen vermieden durch Benutzung der vom Verfasser aufgestellten graphischen Tabellen, aus denen gewisse Hilfsgrössen entnommen werden, mit deren Hilfe die Konstruktionen in denkbar einfachster Weise ausgeführt werden können.

Wir werden zunächst den glatten Träger, und zwar den zweifach gestützten mit Innen- und Aussenlast beanspruchten, sowie den dreifach gestützten Träger behandeln und dann zum abgesetzten Träger übergehen.

[1]) Analytisch-graphisches Verfahren zur Bestimmung der Durchbiegung zwei- und dreifach gestützter Träger. Mit besonderer Berücksichtigung der Berechnung von Drehstrommotorenwellen. Von Diplomingenieur *Max Kloss.* Von der Technischen Hochschule zu Dresden zur Erlangung der Würde eines Doktor-ingenieurs genehmigte Dissertation. Berlin 1902. Kommissionsverlag Polytechnische Buchhandlung A. Seydel. Preis 3 Mark. Mit 43 Textfiguren und 4 Tafeln.

A. Der glatte Träger.

I. Der zweifach gestützte Träger.

a. Träger mit Innenlast.

Wir beziehen die Gleichung der elastischen Linie auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem, dessen Ursprung in einem der beiden Stützlager liegt und dessen Abscissenachse horizontal angenommen wird.

Um die im folgenden abzuleitenden Gleichungen für spätere, kompliziertere Fälle verwenden zu können, wollen wir annehmen, dass die beiden Lager (Fig. 1) einen Höhenunterschied $\triangle y_2$ haben, wobei jedoch vorausgesetzt sein soll,

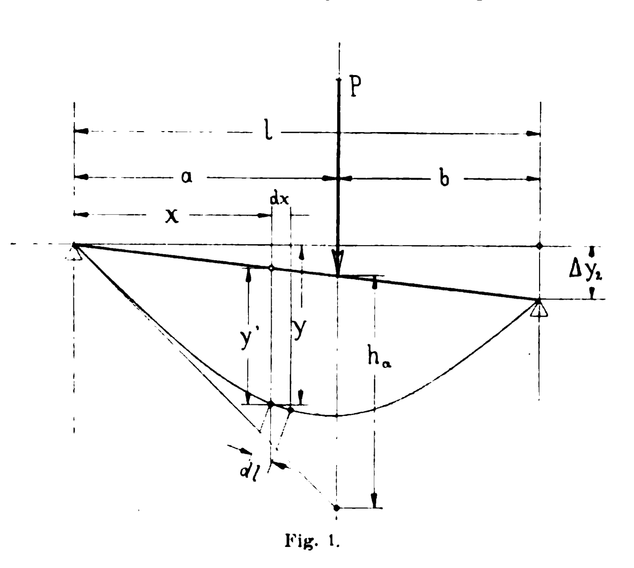


Fig. 1.

dass diese Grösse $\triangle y_2$ ebenso wie alle Ordinaten der elastischen Linie im Vergleich zur Trägerlänge l so klein ist, dass für alle Punkte x das Längenelement der elastischen Linie dl gleich seiner Projektion dx gesetzt werden kann. Wenn wir ferner die Wirkung der Schubkräfte und der in den Lagern auftretenden Reibungskräfte vernachlässigen, so gelten für den in Fig. 1 dargestellten Träger folgende Beziehungen:

Das im Angriffspunkte der Kraft P auftretende Biegungsmoment ist

$$M = \frac{P \cdot a \cdot b}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1.$$

und das in einem beliebigen Punkte x auftretende Biegungsmoment ist

$$M_x = \frac{M \cdot x}{a} \quad \text{für } x < a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2.$$

bezw.

$$M_x = \frac{M(l-x)}{b} \quad \text{für } x \geqq a \quad . \quad . \quad . \quad (3.$$

Für die elastische Linie gilt dann die Bedingung

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = -\frac{M_x}{E \,.\, J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4.$$

worin E der Elastizitätsmodul und J das Trägheitsmoment des Trägers im Querschnitt x ist.

Unter der Annahme, dass J für alle Querschnitte gleich gross ist, lässt sich diese Gleichung bequem integrieren. Die Integrationskonstanten ergeben sich aus den Bedingungen, dass für $x = o$ $y = o$, für $x = l$ $y = \triangle y_2$ sein muss und dass die für die beiden Abschnitte a und b geltenden Gleichungen für den Punkt $x = a$ gleiche Ordinaten und gleiche Tangenten geben müssen. Wir erhalten dann für den *Abschnitt a* (also für Werte von $x \leqq a$) als *Gleichung der elastischen Linie*

$$y = \frac{M}{6EJ}\left[(l+b) \,.\, x - \frac{x^3}{a}\right] + \triangle y_2 \,.\, \frac{x}{l} \quad . \quad . \quad (5.$$

Uns interessieren jedoch vor allem die absoluten Durchbiegungen (y' in Fig. 1), gemessen von der Lagerverbindungslinie aus.

Da diese Verbindungslinie die Gleichung

$$y'' = \triangle y_2 \,.\, \frac{x}{l}$$

hat, so erhalten wir für die absoluten Durchbiegungen

$$y' = y - y'' = \frac{M}{6EJ}\left[(l+b)\,x - \frac{x^3}{a}\right]$$

$$= \frac{P\,a\,b}{6\,E\,J\,l}\left[(l+b) \,.\, x - \frac{x^3}{a}\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6.$$

oder auch

$$y' = \frac{M}{6EJ}\left[(a+2\,b)\,x - \frac{x^3}{a}\right]$$

$$= \frac{P\,a\,b}{6\,E\,J\,l}\left[(a+2\,b)\,x - \frac{x^3}{a}\right] \quad . \quad . \quad . \quad (6a.$$

Da in diesen Gleichungen der Lagerhöhenunterschied $\triangle y_2$ nicht mehr vorkommt, so gilt unter den gemachten Voraussetzungen für einen zweifach gestützten mit Einzellast beanspruchten Träger folgender Satz:

Satz 1. Die absoluten Durchbiegungen, in vertikaler Richtung von der Lagerverbindungslinie aus gemessen, sind unabhängig vom Lagerhöhenunterschiede $\triangle y_2$.

Für den Abschnitt b gelten natürlich ganz analoge Gleichungen. Man erhält sie aus den obigen, indem man a und b miteinander vertauscht und die Strecken x vom andern Lager aus misst. Will man jedoch das oben angenommene Koordinatensystem beibehalten, so erhält man als *Gleichung der elastischen Linie* für den *Abschnitt b* (also für Werte von $x \geqq a$).

$$y = \frac{M}{6\,E\,J\,b}\left[x^3 - 3\,l\,x^2 + 2\,l^2\,x - a^2\,(l-x)\right]$$

$$+ \triangle y_2 \frac{x}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7.$$

Die absolute Durchbiegung ist dann

$$y' = \frac{M}{6\,E\,J\,b}\left[x^3 - 3\,l\,x^2 + 2\,l^2\,x - a^2\,(l-x)\right] \,.\, . \quad (8.$$

Satz 1 gilt also auch für den Abschnitt b.

Die *Durchbiegung im Angriffspunkte der Kraft P* erhält man aus Gleichung (6. für $x = a$

$$f = \frac{M\,a\,b}{3\,E\,J} = \frac{P\,a^2\,b^2}{3\,E\,J\,l} \quad . \quad . \quad . \quad (9.$$

Für das Aufzeichnen der elastischen Linie ist es wünschenswert, für jeden beliebigen Punkt der Kurve die Tangente zu kennen. Vor allem interessiert uns die *Neigung der elastischen Linie im Auflager.* Wir bestimmen sie am einfachsten durch Ermittelung des von der Lagertangente auf der Kraftachse gebildeten Abschnittes h_a (von der Lagerverbindungslinie aus gemessen). Dieser ist (Fig. 1)

$$h_a = a \,.\, \left(\frac{d\,y}{d\,x}\right)_{x=o} - \triangle y_2 \,.\, \frac{a}{l}$$

Aus Gleichung (5. ergiebt sich nun durch Differentiation

$$\frac{d\,y}{d\,x} = \frac{M}{6\,E\,J}\left[l + b - \frac{3\,x^2}{a}\right] + \frac{\triangle y_2}{l} \qquad (10.$$

Somit für $x = o$

$$h_a = \frac{M\,a\,(l+b)}{6\,E\,J} = \frac{M\,a\,(a+2\,b)}{6\,E\,J} \quad . \quad . \quad (11.$$

Es ist demnach auch diese Strecke unabhängig vom Lagerhöhenunterschied.

Aus Gleichung (9. und (11. ergiebt sich

$$\frac{h_a}{f} = \frac{a+2\,b}{2\,b} = \frac{b + \frac{a}{2}}{b}$$

und demnach

$$h_a = f \,.\, \frac{b + \frac{a}{2}}{b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12.$$

Entsprechend findet man für die andere Lagertangente den Abschnitt

$$h_b = f \,.\, \frac{a + \frac{b}{2}}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13.$$

Aus diesen Gleichungen ergiebt sich eine sehr einfache Konstruktion für die Lagertangenten (Fig. 2). Die einzelnen Punkte sind mit Ziffern bezeichnet in der Reihenfolge, wie

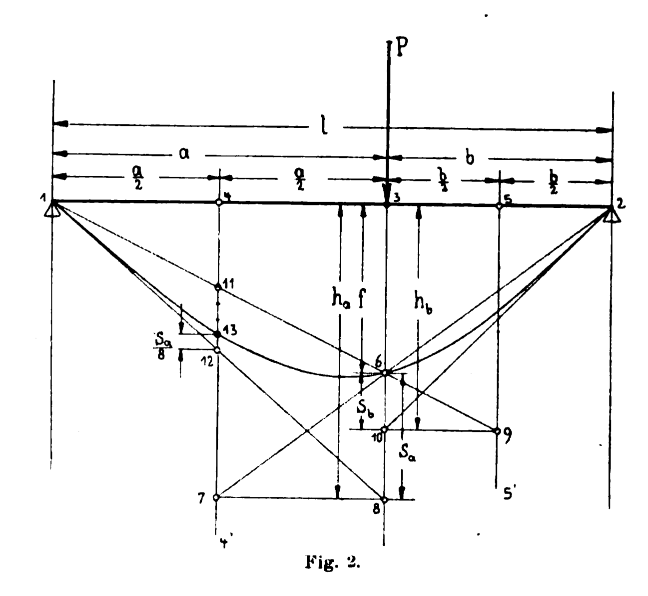


Fig. 2.

sie bei der Konstruktion erhalten werden. *1* und *2* sind die beiden Lager, *3* der Angriffspunkt der Kraft P, *4* und *5* die Halbierungspunkte der Strecken a und b, sodass Strecke

$$(2/4) = b + \frac{a}{2} \text{ und } (1/5) = a + \frac{b}{2}$$

ist. *6* ist der Endpunkt der Strecke f, die nach Gleichung (9. bekannt ist. Man bestimmt dann *7* als Schnittpunkt der Linie *2/6* mit der Vertikalen *4/4'* und macht *7/8* ∥ *1/2*. Dann ist *1/8* die gesuchte Lagertangente für Punkt *1*. Ebenso bestimmt man durch *9* und *10* die Lagertangente für Punkt *2*.

Der Unterschied zwischen der Tangentenordinate h_a und der Kurvenordinate f (Strecke (*6/8*) in Fig. 2) ist

$$s_a = h_a - f = f\left(\frac{b + \frac{a}{2}}{b} - 1\right)$$

$$s_a = f \,.\, \frac{a}{2\,b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14.$$

Entsprechend

$$s_b = f \cdot \frac{b}{2a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15.$$

Man kann diese Strecken auch direkt aus M berechnen, ohne vorher erst f bestimmen zu müssen. Aus Gleichung (9. und (14. ergiebt sich

$$s_a = \frac{M \cdot a^2}{6EJ} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16.$$

Entsprechend

$$s_b = \frac{M \cdot b^2}{6EJ} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17.$$

Wir sehen aus Gleichung (16., dass bei gegebenem Momente M die Strecke s_a unabhängig von b, also vom Horizontalabstand der beiden Lager ist, d. h. wenn wir bei einem Träger das im Punkt $x = a$ auftretende Moment M kennen, so können wir für den Abschnitt a die Ordinatendifferenz s_a berechnen, ohne dass wir über Entfernung und Art des zweiten Stützpunktes näheres zu wissen brauchen. Ausserdem ist s_a auch vom Lagerhöhenunterschiede $\triangle y_2$ unabhängig.

Wir werden diese Eigenschaften später beim zweifach gestützten Träger mit Aussenlast, sowie beim dreifach gestützten Träger anwenden.

Für einen beliebigen Punkt x (Fig. 3) ist die Ordinatendifferenz zwischen Kurve und Lagertangente

$$s_x = x \cdot \left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0} - y = x\left[\frac{M}{6EJ}(l+b) + \frac{\triangle y_2}{l}\right]$$
$$- \frac{M}{6EJ}\left[(l+b)\,x - \frac{x^3}{a}\right] - \frac{\triangle y_2}{l} \cdot x$$
$$s_x = \frac{M x^3}{6EJa} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18.$$

also bei gegebenem M sowohl von b als von $\triangle y_2$ unabhängig.

Aus Gleichung (16. und (18. ergiebt sich ferner

$$s_x = s_a \left(\frac{x}{a}\right)^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19.$$

Mit Hilfe dieser einfachen Gleichung können wir für jeden Punkt x des Abschnittes a die zugehörige Ordinate der elastischen Linie sehr leicht bestimmen. Wir kennen aus Gleichung (9. die Durchbiegung f in der Kraftachse und können nach Fig. 2 die Lagertangente konstruieren. Damit ist aber $s_a = h_a - f$ bekannt. Für ein beliebiges $x < a$ berechnet man dann aus Gleichung (19. die Grösse s_x und

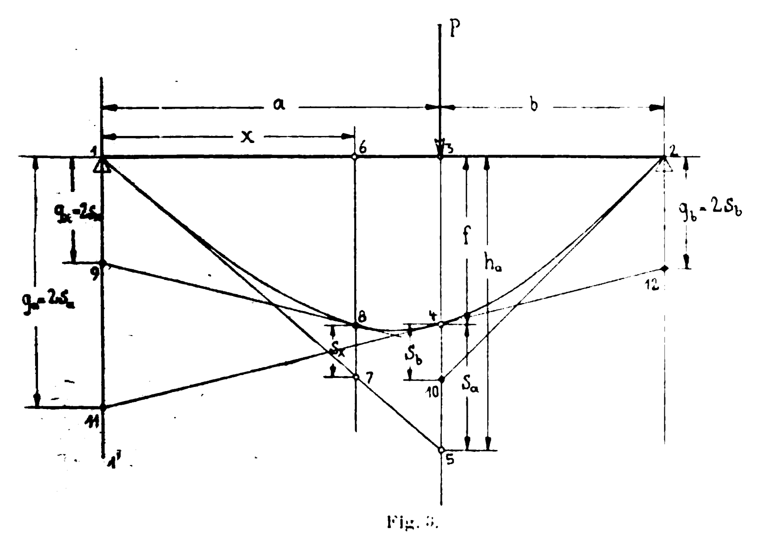


Fig. 3.

trägt diese auf der zugehörigen Ordinate der Lagertangente ab. Der so erhaltene Endpunkt der Strecke ist ein Punkt der elastischen Linie.

Da die Strecken s_x in späteren Abschnitten eine bedeutsame Rolle spielen werden, wollen wir der Kürze halber eine besondere Bezeichnung dafür einführen. Wir gehen dabei von der Betrachtung aus, dass der Träger in der Ruhelage mit der Richtung der einen (z. B. der linken) Lagertangente zusammenfiele und dass die Biegungskurve entstanden wäre unter der Einwirkung des rechten Auflagerdruckes, der das freie Ende des Trägers von der Richtung der linken Lagertangente weg nach oben biegt. Wir wollen daher die Strecken s_x als *„Aufbiegung"* bezeichnen.

Für die Aufzeichnung der elastischen Linie empfiehlt es sich, den zu $x = \frac{a}{2}$ gehörigen Kurvenpunkt zu bestimmen, da man (Fig. 2) von der Konstruktion der Lagertangente her bereits die Vertikale *4/4'* im Punkte $x = \frac{a}{2}$ hat. Für diesen Fall muss nach Gleichung (19. sein

$$s_{\frac{a}{2}} = s_a \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{s_a}{8}$$

Da nun auf der Vertikalen *4/4'* bereits durch die Linien *1/6* und *1/8* die Strecke

$$(11/12) = \frac{s_a}{2}$$

abgeschnitten wird, so braucht man nur diese Strecke in vier gleiche Teile zu teilen. Der der Lagertangente zunächst liegende Teilpunkt *13* ist der gesuchte Punkt der elastischen Linie.

Wir wollen nun für einen *beliebigen Punkt* der Kurve die zugehörige *Tangente* bestimmen. Um sie in einfacher Weise konstruieren zu können, brauchen wir nur den von ihr auf der Lagervertikalen *1/1'* gebildeten Abschnitt zu bestimmen, den wir mit g_x bezeichnen wollen (Fig. 3).

Für den in Fig. 1 dargestellten allgemeinen Fall, in dem die beiden Lager einen Höhenunterschied $\triangle y_2$ haben, erhalten wir für den gesuchten Abschnitt

$$g_x = y - x \frac{dy}{dx}$$

Setzt man hier für y den Wert aus Gleichung (5. und für $\frac{dy}{dx}$ den Wert aus Gleichung (10. ein, so erhält man

$$g_x = \frac{M}{3EJ} \cdot \frac{x^3}{a} \quad . \quad . \quad . \quad (20.$$

einen Wert, der wieder von $\triangle y_2$ und bei gegebenem Moment auch von b unabhängig ist.

Aus Gleichung (18. und (20. ergiebt sich die sehr einfache Beziehung

$$g_x = 2 \cdot s_x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21.$$

Da die Grösse g_x ebenfalls für die späteren Konstruktionen viel verwendet wird, wollen wir sie der Kürze wegen einfach als *Tangentenabschnitt* bezeichnen und darunter stets den von einer beliebigen Kurventangente auf der Lagervertikalen gebildeten Abschnitt verstehen.

Wir finden somit aus den oben gegebenen Ableitungen folgende wichtige Sätze:

Satz 2. Für alle Punkte zwischen dem einen Lager und der Kraftachse ist der Tangentenabschnitt gleich der doppelten zugehörigen Aufbiegung.

Satz 3. Ist bei einem Träger der eine Stützdruck gegeben, so ist für alle Punkte zwischen dem Lager und der Kraftachse die Aufbiegung und der Tangentenabschnitt unabhängig vom Horizontalabstande und vom Höhenunterschiede des andern Lagers.

Es mag bei dieser Gelegenheit noch einmal ausdrücklich auf die für den Höhenunterschied $\triangle y_2$ gemachte Voraussetzung hingewiesen werden, dass nämlich $\triangle y_2$ im Vergleich zur Trägerlänge sehr klein ist.

Die Bedeutung des Satzes 3 zeigt sich in Fig. 4. Wenn wir für einen beliebigen Punkt x des daselbst dargestellten Trägers die Aufbiegung s_x und den Tangentenabschnitt g_x, also auch die zugehörige Tangente bestimmt haben, so wissen wir, dass für jeden andern Träger mit gleichem E und J und gleichem Stützdruck im linken Lager für Punkt x die Aufbiegung s_x und der Tangentenabschnitt g_x genau dieselben Werte haben, wie für den ersten Träger, dass also die beiden Tangenten die Lagervertikale im selben Punkte schneiden. Solche Tangenten wollen wir der Einfachheit halber als *verwandte Tangenten* bezeichnen. Wir haben dann folgenden Satz:

Satz 4. Verwandte Tangenten schneiden sich auf der zugehörigen Lagervertikalen.

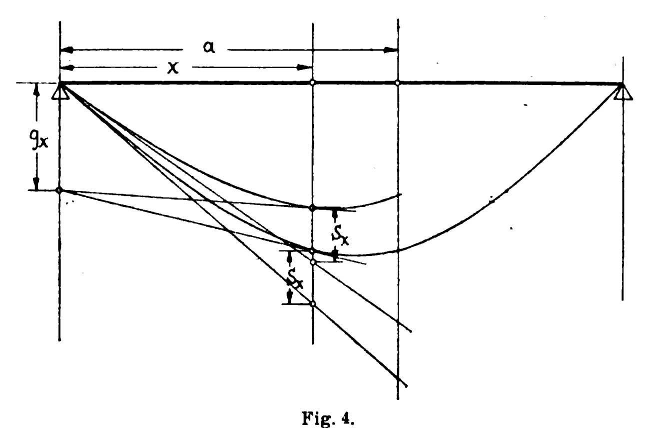


Fig. 4.

Die Tangente im Angriffspunkte der Kraft P.

Aus Gleichung (21. folgt ohne weiteres für $x = a$ (Fig. 3)

$$g_a = 2 \cdot s_a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22.$$

und entsprechend

$$g_b = 2 \cdot s_b \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23.$$

Setzt man in diese Gleichungen die Werte (16. und (17. ein, so erhält man

$$g_a = \frac{M \cdot a^2}{3EJ} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24.$$

$$g_b = \frac{M \cdot b^2}{3EJ} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25.$$

Kennt man bereits die Durchbiegung f, so kann man die beiden Tangentenabschnitte auch aus dieser bestimmen. Aus den Gleichungen (22. und (14. bezw. (23. und (15. ergiebt sich nämlich

$$g_a = f \cdot \frac{a}{b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26.$$

$$g_b = f \cdot \frac{b}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (27.$$

Durch Multiplikation dieser beiden Gleichungen erhält man schliesslich

$$g_a \, g_b = f^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28.$$

Satz 5. Die Durchbiegung f im Angriffspunkte der Kraft P ist das geometrische Mittel der beiden zugehörigen Tangentenabschnitte g_a und g_b.

Aus den bisherigen Ableitungen ergiebt sich ohne weiteres, wie der Verlauf der elastischen Linie einer zweifach gestützten glatten Trägers mit Innenlast in einfachster Weise aufgezeichnet werden kann. Man berechnet zunächst nach Gleichung (9. die Durchbiegung f im Angriffspunkte der Kraft P. Dann werden nach Fig. 2 die beiden Lagertangenten konstruiert, die uns die Aufbiegungen s_a und s_b liefern. Nach Fig. 3 kann dann ein beliebiges Kurvenpunkt unter Benutzung der Gleichung (19. für die Aufbiegung bestimmt werden, zu dem sich nach Gleichung (21. ohne weiteres die zugehörige Tangente ergiebt. Schliesslich findet man unter Berücksichtigung der Beziehungen $g_a = 2 s_a$ und $g_b = 2 s_b$ nach Fig. 3 die Tangente im Punkte der Durchbiegung f.

Will man nur diese Tangente der elastischen Linie im Angriffspunkte der Kraft P bestimmen, so ist es nicht erst nötig, die Lagertangenten und die Grössen s_a und s_b zu ermitteln. Man bestimmt dann einfach die Tangentenabschnitte g_a und g_b nach den Beziehungen (26. und (27.

$$g_a = f \frac{a}{b} \text{ und } g_b = f \frac{b}{a}$$

Die sehr einfache Konstruktion ist aus Fig. 5 ohne weiteres ersichtlich. 7,8 ist die gesuchte Tangente, die natürlich durch Punkt 4 gehen muss, was als Kontrolle für genaues Zeichnen dienen kann.

Wir haben jetzt immer nur den linken Kurvenast zwischen Lager und Kraftachse betrachtet. Es ist selbstverständlich, dass für den rechten Kurvenast b in sich genau dieselben Sätze gelten, wie sie bisher für den linken (a)

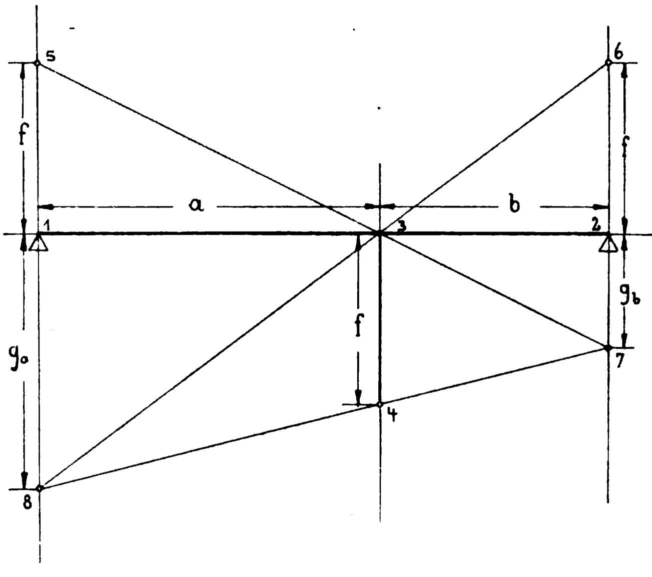


Fig. 5.

abgeleitet wurden. Wir wollen jetzt untersuchen, wie die Tangenten des einen von den Grössen des anderen Astes abhängen.

In Fig. 6 ist die elastische Linie eines Trägers aufgezeichnet einmal für den Fall horizontaler Lagerung (y-Kurve) und dann für den Fall, dass die Lager einen Höhenunterschied $\triangle y_2$ haben (y'-Kurve), wobei $\triangle y_2$ den auf S. 145 gemachten Voraussetzungen genügen möge. An beide Kurven

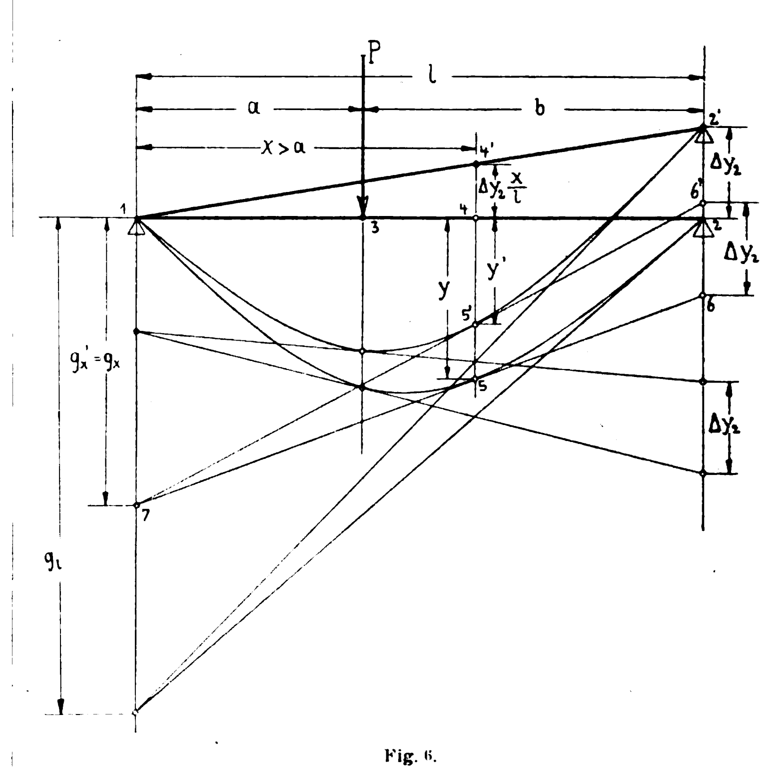


Fig. 6.

sind im Punkte x ($> a$) die Tangenten gelegt. Dann zeigt sich, dass auch hier der auf der *linken* Lagervertikalen gebildete Tangentenabschnitt für beide Kurven gleich, also unabhängig vom Lagerhöhenunterschiede $\triangle y_2$ ist. Der Beweis ist sehr einfach. Es sei zunächst g_x' der Abschnitt für die y'-Kurve, g_x der für die y-Kurve. Nach Satz 1 sind die absoluten Durchbiegungen der beiden Kurven einander gleich, also



$$y' - \triangle y_2 \frac{x}{l} = y$$

(in Fig. 6 ist $\triangle y_2$ negativ angenommen.)

oder

$$y' = y + \triangle y_2 \frac{x}{l}$$

Somit

$$\frac{dy'}{dx} = \frac{dy}{dx} + \frac{\triangle y_2}{l}$$

Nun ist der Tangentenabschnitt für die y-Kurve

$$g_x = y - x \frac{dy}{dx}$$

und entsprechend für die y'-Kurve

$$g_x' = y' - x \frac{dy'}{dx} = y + \triangle y_2 \frac{x}{l} - x \frac{dy}{dx} - \triangle y_2 \frac{x}{l}$$

also

$$g_x' = y - x \frac{dy}{dx} = g_x \qquad \text{w. z. b. w.}$$

Satz 6. Für alle Punkte zwischen der Kraftachse und dem einen Lager sind die auf der anderen Lagervertikalen gebildeten Tangentenabschnitte unabhängig vom Lagerhöhenunterschiede $\triangle y_2$. Die zugehörigen Tangenten sind verwandt.

Um die Abhängigkeit zwischen g_x und b bezw. l zu bestimmen, müssen wir die allgemeine Gleichung von g_x für $x > a$ aufstellen. Es ist

$$g_x = y - x \frac{dy}{dx}$$

Aus Gleichung (8. ist der Wert von y bekannt und durch Differenzieren der Wert von $\frac{dy}{dx}$ leicht bestimmbar. Wir erhalten durch Einsetzen dieser Werte in obige Gleichung nach einigen kleinen Umformungen

$$g_x = \frac{M}{6EJb}\left[-2x^3 + 3lx^2 - a^2 l\right] \text{ (für } x > a\text{)} \quad . \quad (29.$$

Für $x = a$ erhält man $g_a = \frac{Ma^2}{3EJ}$

was mit Gleichung (24. übereinstimmt.

Für $x = l$ erhält man

$$g_l = \frac{Ml(l+a)}{6EJ} = \frac{Ml\left(a + \frac{b}{2}\right)}{3EJ} \quad . \quad . \quad (30.$$

Wir wollen die Gleichung (29. noch etwas näher untersuchen. In Fig. 7 ist das Momentendreieck dargestellt. *3* ist der Angriffspunkt der Kraft *P*. $(3/5) = M$ = Biegungsmoment im Punkte *3*. Das im Punkte x auftretende Biegungsmoment $(4/6)$ ist $M_x = M \frac{l-x}{b}$. Verlängern wir *2/5* bis zum Schnittpunkte *7* mit der Lagervertikalen *1/1'* und ziehen wir die Linie *4/5*, die *1/1'* in *8* schneidet, so ist

$$(1/7) = M \frac{l}{b} = (1/8) - (7/8) = M \cdot \frac{x}{x-a} - M_x \frac{a}{x-a}$$

Durch eine einfache Umformung können wir nun Gleichung (29. auf die Form bringen

$$g_x = \frac{M}{3EJ} \frac{(l-x)}{b} x^2 + \frac{M}{6EJ} \cdot \frac{l}{b}(x-a)(x+a)$$

Setzt man hier die eben gefundenen Werte für $M \frac{l-x}{b}$ und $M \frac{l}{b}$ ein, so erhält man

$$g_x = \frac{M_x \cdot x^2}{3EJ} + \frac{M \cdot x(x+a)}{6EJ} - \frac{M_x \cdot a(x+a)}{6EJ} \quad (31.$$

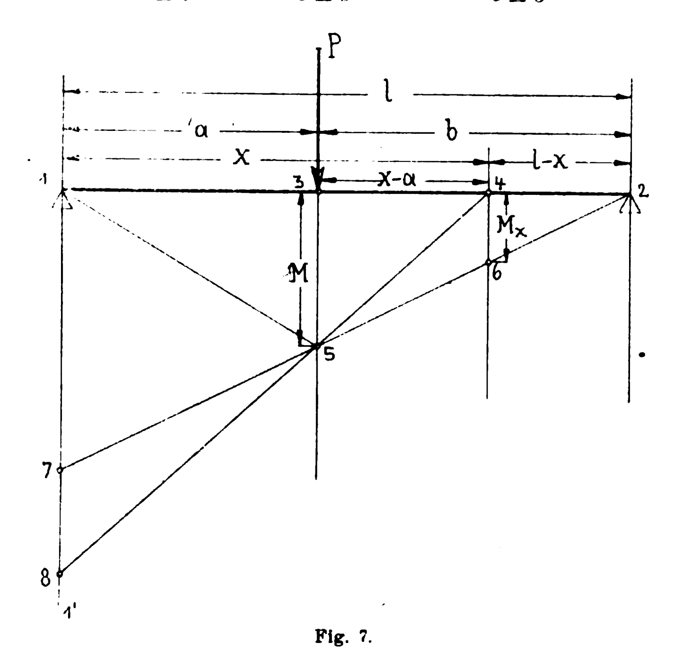


Fig. 7.

In dieser Gleichung ist aber weder l noch b enthalten. Um g_x bestimmen zu können, ist es nur erforderlich, dass wir wissen, nach welchem Gesetze sich das Biegungsmoment M_x in Abhängigkeit von x ändert, d. h. wir müssen die Neigung der Momentenlinie *5/6* kennen. Daraus folgt aber, dass bei gegebenem M und M_x der Tangentenabschnitt g_x für den Punkt x unabhängig von den Grössen des *jenseits* von x liegenden Trägerabschnittes ist.

Da der Zweck dieser Betrachtung zunächst noch nicht ersichtlich sein dürfte, mag hier der Hinweis Platz finden, dass wir das eben gefundene Ergebnis später benutzen werden, um in einfacher Weise die elastische Linie von Trägern aufzuzeichnen, die auf ihrer Länge verschiedene Trägheitsmomente haben.

(Fortsetzung folgt.)

Die Kraftstation II der Grossen Leipziger Strassenbahn.

Von Ingenieur **Kurt Bräuer**, Lehrer am Technikum Mittweida.

(Fortsetzung von S. 142 d. Bd.)

Die Dampfkessel.

Den Dampf für sämtliche Maschinen liefern fünf von der *Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Richard Hartmann* in Chemnitz erbaute Wasserrohrkessel, System *Gehre* (Fig. 7 bis 10), von je 241 qm Heizfläche und 10 Atm. Ueberdruck.

Der *Gehre*-Kessel unterscheidet sich von den üblichen Zweikammer-Wasserrohrkesseln in der Hauptsache durch die eigenartig eingerichtete vordere Wasserkammer. Da die Wasserrohrkessel allgemein der Natur ihrer Heizfläche nach schnell Dampf entwickeln, dieser Dampf jedoch am freien Austritt aus den Röhren durch die sich ihm in der vorderen Wasserkammer bezw. den Oberkesseln entgegenstellende Wassersäule gehindert ist, so wird hierdurch, steigend mit der Beanspruchung des Kessels, die Erzeugung sehr feuchten Dampfes begünstigt.

Dieser Uebelstand ist beim *Gehre*-Kessel dadurch überwunden worden, dass die vordere Wasserkammer durch dampfdicht eingenietete ⊏-Eisen in so viele Einzelkammern geteilt ist, als Rohrreihen übereinander liegen, so dass jede dieser gewissermassen eine besondere Kammer besitzt. Die Einzelkammern stehen durch kleine Rohrstutzen derart miteinander in Verbindung, dass der in den Röhren entwickelte

Fig. 7.

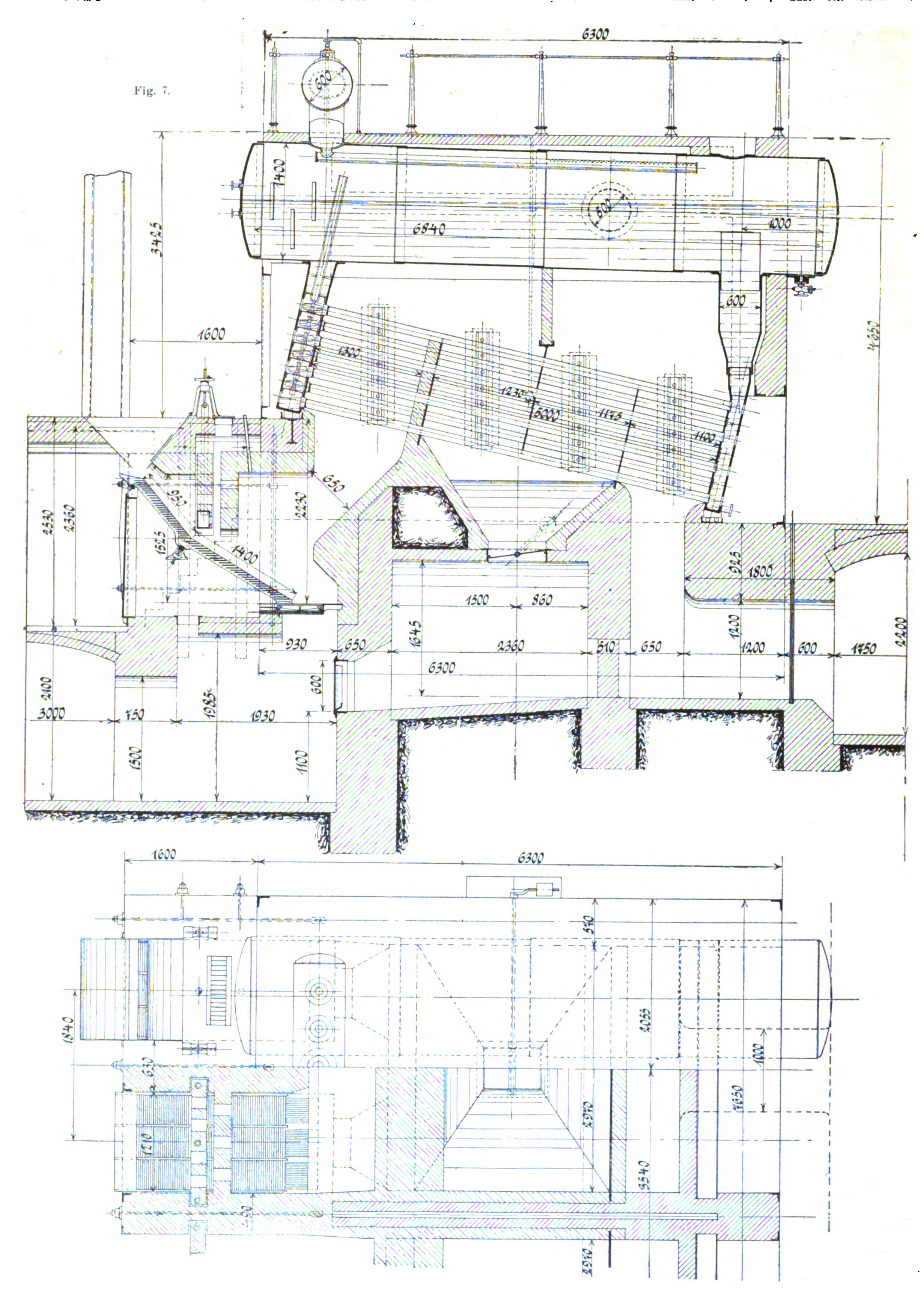


Fig. 10.

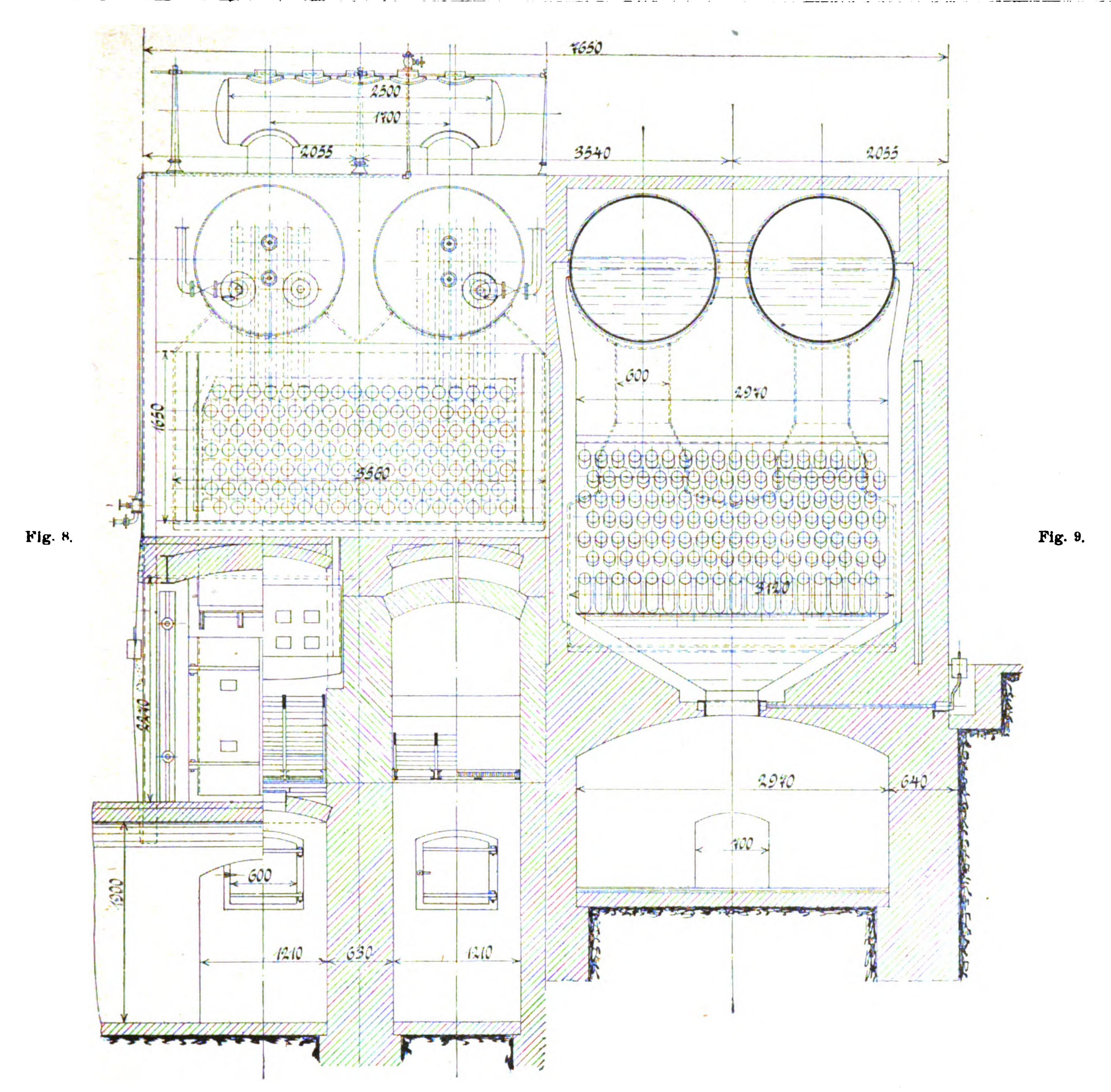


Fig. 7—10. Wasserrohrkessel, System Gehre, der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Richard Hartmann.

Dampf sich zunächst in der Einzelkammer fängt und nach Herabdrücken des Wasserspiegels bis unter die Unterkante der Rohrstutzen durch diese in die nächst höhere Kammer und schliesslich durch weite Rohre von der obersten Einzelkammer in den Dampfraum des Oberkessels entweicht. In der geneigt angeordneten Wasserkammer stellen sich die Wasserspiegel der Einzelkammern wagerecht ein, somit bieten die schrägen Rohrstutzen auch bei ganz geringer Dampfentwicklung am unteren Ende bereits einen kleinen freien Querschnitt zum Entweichen des Dampfes. Mit zunehmender Beanspruchung des Kessels vergrössert sich dieser Querschnitt und stellt sich bei gleichmässiger Dampfentnahme konstant ein.

Somit ist die belastende Wassersäule, die sich dem Dampfaustritt hemmend entgegenstellt, vollständig beseitigt und ein durch sämtliche Einzelkammern bis in den Oberkessel kommunizierender Dampfraum geschaffen.

Die verdampfende Oberfläche ist durch diese Anordnung bedeutend vergrössert, der erzeugte Dampf wird demnach verhältnismässig trocken sein.

Die Erzielung einer vollständig rauchfreien Verbrennung ist besonders bei Wasserröhrenkesseln sehr schwierig, weil die Heizgase vor Eintritt der vollständigen Verbrennung bereits an und zwischen die relativ kalten Rohrreihen gelangen und hier so schnell abgekühlt werden, dass eine rauchfreie Verbrennung unmöglich ist. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, ist der Verbrennungsraum möglichst hoch gewählt, und die Heizgase werden gezwungen, vor Erreichung der Rohre glühende Chamottegewölbe zu bestreichen, an denen sie verbrennen. Der Treppenrost ist für erdige Braunkohle eingerichtet nach den Patenten von *Keilmann und Völkers* in Bernburg.

Die Kessel sind mit querliegenden Dampfsammlern ausgerüstet, aus denen der Dampf in die Rohrleitung zu den Maschinen oder in den Ueberhitzer gelangt. Das Material der Kessel ist bestes Siemens-Martin-Flusseisen. Das Rohrsystem jedes Kessels besteht aus sieben geneigt angeordneten Rohrreihen von je 18 Rohren, die den in ihnen entwickelten Dampf an zwei Oberkessel abgeben. Die Verbindung der obersten Einzelkammer mit den Oberkesseln wird durch 20 weite Steigrohre vermittelt.

Die Kessel weisen folgende Hauptabmessungen auf:

Rohrlänge in den Feuerzügen	5000 mm
Durchmesser der 126 Mannesmann-Wasserröhren aussen	108 „
Wandstärke derselben	3,75 „
Länge der Dampfsammler	2500 „

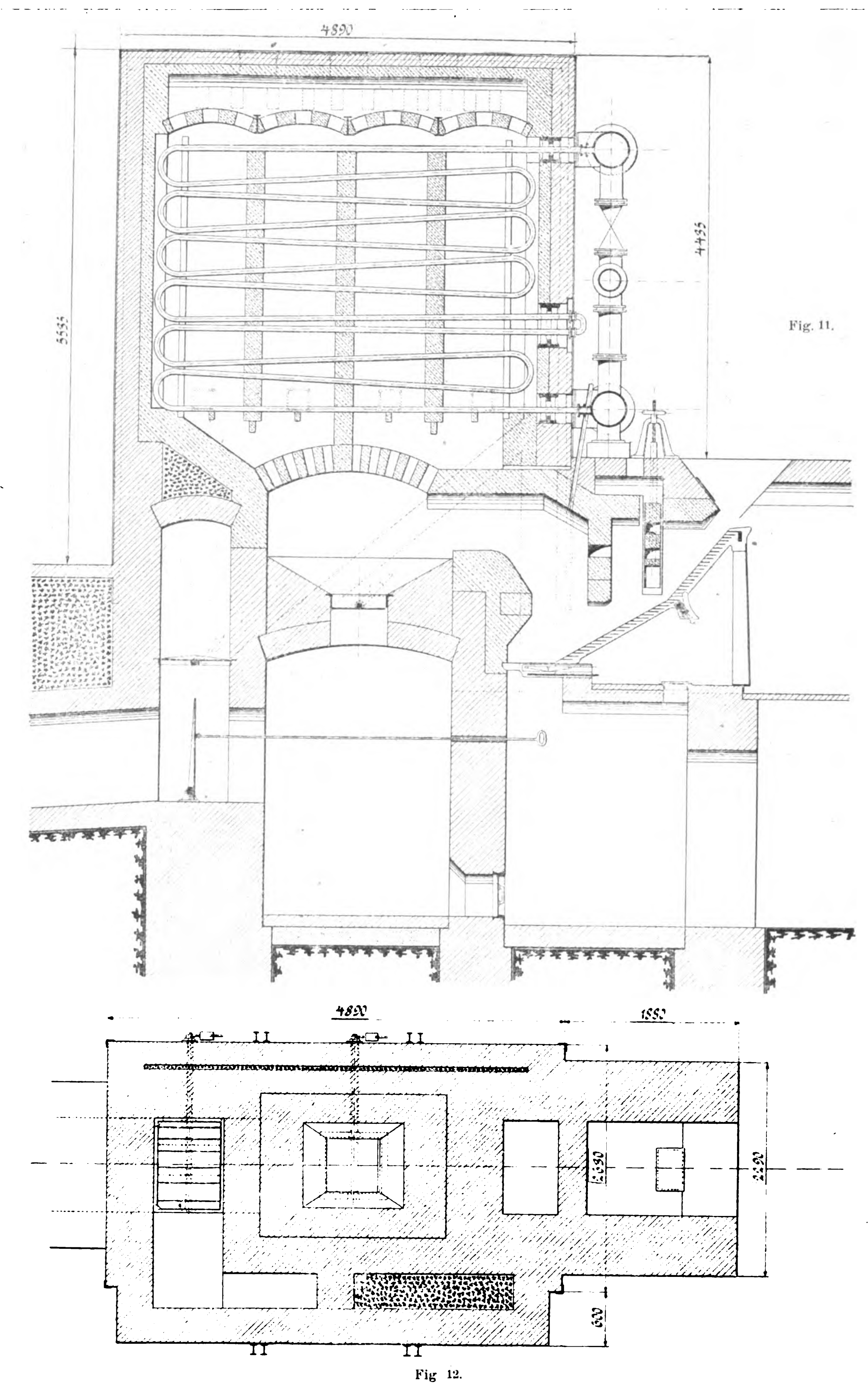


Fig. 11.

Fig 12.

Durchmesser der Dampfsammler	600	mm
Wandstärke „ „	10/15	„
„ „ Verbindungsstutzen	10/16	„
Breite der vorderen Wasserkammer	3520	„
Höhe „ „ „	1650	„
Tiefe „ „ „	260	„
Blechstärke der vorderen Wasserkammer	20	mm
Breite der hinteren Wasserkammer	3120	„
Höhe „ „ „	1400	„
Tiefe „ „ „	150	„
Blechstärke der hinteren Wasserkammer	20	„
Länge der Oberkessel im Mantel	6840	„

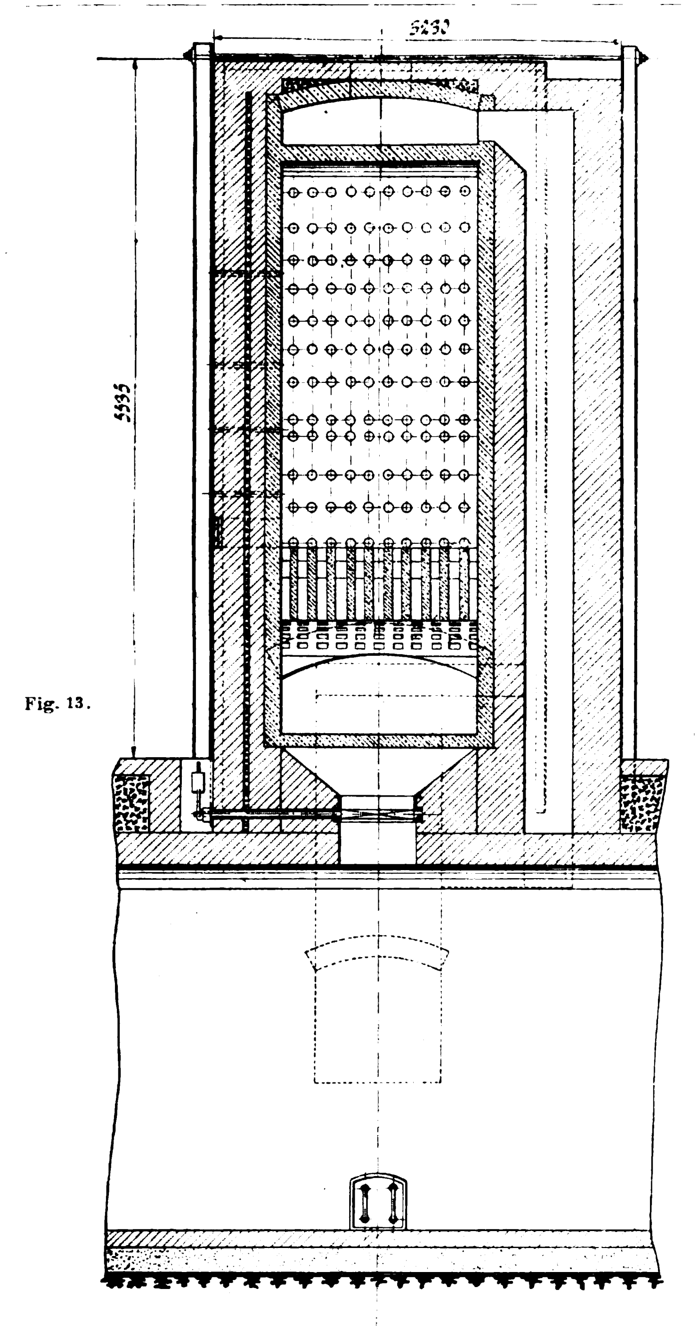


Fig. 13.

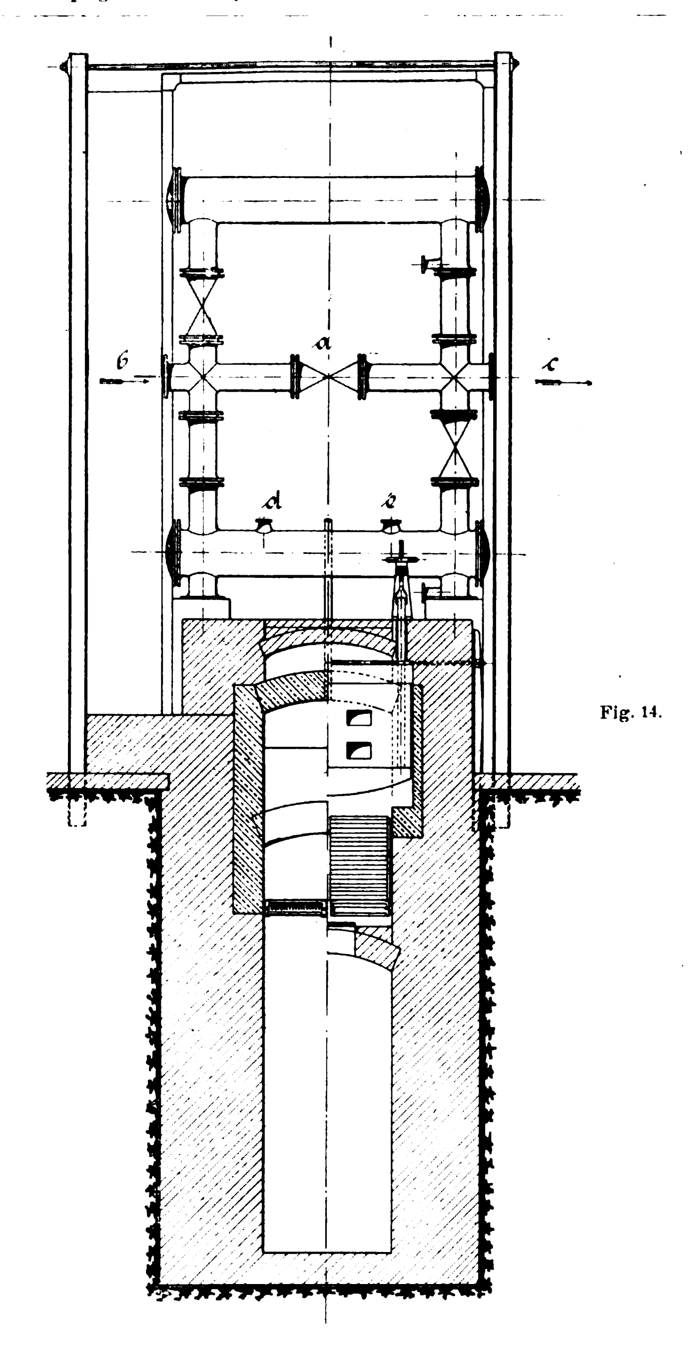


Fig. 14.

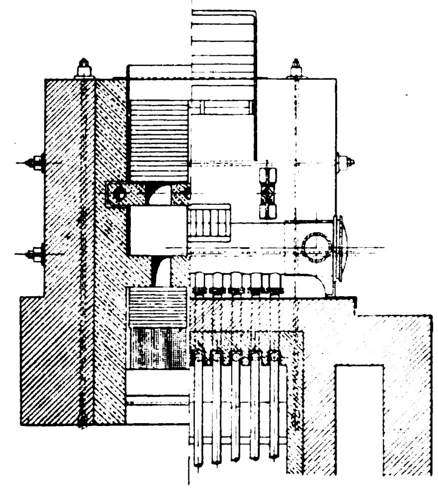


Fig. 15.

Fig. 11—15. Dampfüberhitzer mit Feuerung, System Keilmann und Völkers, der Oberschlesischen Kesselwerke B. Meyer.

Durchmesser der Oberkessel	1400 mm
Blechstärke im Mantel	15 „
„ der Böden	18 „
Gesamtquerschnitt der Wasserrohre	1 qm
Querschnitt der hinteren Verbindungsstutzen	0,4 „
Querschnitt der vorderen Verbindungsstutzen	0,6 „

Da die Braunkohlen grosse Mengen von Flugasche erzeugen, so sind besondere grosse Aschekammern und doppelte Füchse eingebaut, von denen immer nur einer im Betriebe ist, während der andere gereinigt werden kann. Unmittelbar vor dem Schornstein ist in den Hauptfuchs ein Generalrauchschieber eingebaut.

Der Ueberhitzer.

Für den normalen Betrieb der Anlage ist überhitzter Dampf vorgesehen. Dieser wird erzeugt in einem zwischen den Kesseln eingebauten für sich gefeuerten Schlangenrohrüberhitzer der *Oberschlesischen Kesselwerke B. Meyer* in Gleiwitz. Derselbe vermag stündlich eine Dampfmenge von 11 000 kg um 60—70° C. zu überhitzen, wobei eine Kohlenersparnis von 10—12 v. H. nach Abzug der für den Ueberhitzer verbrauchten Kohle gewährleistet worden ist.

Nach dem Ausfall der Abnahmeversuche wurden diese garantierten Ersparnisse noch wesentlich übertroffen.

Der Ueberhitzer hat eine Heizfläche von 175 qm und ist ebenfalls mit Treppenrostfeuerung, System *Keilmann und Völkers*, ausgerüstet. Die Konstruktion des Apparates ist aus den Fig. 11—15 ersichtlich. Eigenartig sind die Heizrohre; sie sind aus bestem weichem Flusseisen hergestellt

und endlos geschweisst. Der Querschnitt ist aus Fig. 16 zu ersehen. Die dickwandigen Rohre sind aussen vollständig glatt. Die vier Stege übertragen die Wärme sehr gut von der Rohroberfläche in das Innere des viergeteilten Rohres. Die Kanäle sind schraubenartig verwunden, so dass der durchströmende Dampf in rasch drehende Bewegung gebracht wird. Dadurch werden die im Dampf schwebenden Wasserteilchen an die heisseste äussere Rohrwand geschleudert, wo sie die zur Verdampfung nötige Wärme vorfinden und das Rohr genügend kühlen.

Fig. 16. Querschnitt der Heizrohre zum Ueberhitzer.

Die Anordnung der drei Schaltventile ermöglicht ein rasches Ein- und Ausschalten des Ueberhitzers, ohne dass der Dampfstrom zur Verbrauchsstelle unterbrochen zu werden braucht. Das mittlere Ventil ist ein Mischventil, durch welches eine bequeme Regelung der Dampftemperatur ermöglicht wird. Je nach dem Grade der Ueberhitzung wird dieses Ventil mehr oder weniger geöffnet oder ganz geschlossen. Der gesättigte Dampf tritt in das obere Sammelrohr, gelangt von hier aus in die in zehn Reihen angeordneten Heizschlangen, die er in der Richtung von oben nach unten durchströmt, und tritt überhitzt in das untere Sammelrohr ein, von dem aus er in die Rohrleitung nach den Maschinen gelangt. Der Ueberhitzer ist nach dem Gegenstromprinzip gebaut, so dass die heissesten Gase die Rohre bespülen, in denen der heisseste Dampf sich befindet.

Durch Anwendung der Schrägrostfeuerung ist Zeitaufwand und Bedienung wie auch bei den Kesseln auf das kleinste Mass beschränkt, ausserdem bleibt die Temperatur ziemlich konstant. Die untersten, der höchsten Heiztemperatur ausgesetzten Rohrschlangen sind durch ein Schutzgewölbe und Einbettung in Chamotte gegen die unmittelbare Berührung mit den Heizgasen geschützt.

Zeichenerklärung zu Fig. 14:

a: Mischventil.
b: Eintritt des gesättigten Dampfes.
c: Austritt des überhitzten Dampfes.
d: Sicherheitsventil.
e: Thermometer.

Der Kohlen- und Aschetransport.

Von der *Königl. Sächsischen Staatsbahn* geht vom Bahnhof Plagwitz ein Verladegeleis nach der Station. Die mit der Bahn ankommenden Kohlen werden von den Lowrys in eine neben dem Kesselhause befindliche Elevatorgrube geschüttet, von wo aus sie durch einen elektrisch angetriebenen Elevator von 25 t Leistungsfähigkeit dem über dem Schürraum des Kesselhauses liegenden Kohlenbunker zugeführt werden. Auch die Verteilung der Kohlen im Bunker geschieht selbsttätig durch ein sich über die ganze Bunkerlänge erstreckendes Transportband. Von hier aus fallen die Kohlen durch schräge Ablaufrohre von rechteckigem Querschnitt, die am unteren Ende durch Drehschieber mit Zahnsegment verschliessbar sind, in die Trichter der Treppenrostfeuerungen von Kesseln und Ueberhitzer.

Auch die Abfuhr der Asche und Schlacke erfolgt selbsttätig durch einen Elevator, der die Stoffe aus einer Grube in die zur Abfuhr bereit stehenden Wagen ladet. Von den verschiedenen Kesseln muss allerdings die Asche mittels Karren bis an die Elevatorgrube geschafft werden.

Die Bedienung der gesamten Feuerungsanlage ist sehr einfach, sie beschränkt sich auf Abschlacken der Feuer, gelegentliches Kontrollieren der Manometer und Thermometer, sowie zeitweiliges Ueberholen der ganzen Anlage. Die Transporteinrichtung ist von der *Peniger Maschinenfabrik, Abt. Unruh & Liebig* in Leipzig gebaut. (Schluss folgt.)

Die Entwicklung der Glasblasemaschine.

Von Dr. **Wendler**, Charlottenburg.

(Fortsetzung von S. 109 d. Bd.)

Wie schon S. 107 auseinandergesetzt, müssen die Press- und Blasemaschinen ein um so besseres Erzeugnis liefern, je geringer der Unterschied an Gestalt und Grösse zwischen dem gepressten Zwischenkörper und dem fertigen Gefäss ist. Dieses wünschenswerte Verhältnis wird sich aber nur bei ziemlich weithalsigen Gefässen, wie Einmachegläsern, einhalten lassen, während bei der Erzeugung der eng- und meist auch noch langhalsigen Flasche die Press- und Blasemaschine sich unzulänglich zeigen, wenn nicht versagen muss. Betrachtet man die Fig. 10, so erhellt ohne weiteres die Schwierigkeit, durch den niedergehenden dünnen Stempel L das Glas aufwärts durch den schmalen Ringkanal zwischen L und B in die Kopfform k zu drängen, da es stets die Neigung haben wird, auf dem Wege dahin zu erstarren und vorzeitig sich festzusetzen, zum mindesten wird selbst ein gut ausgebildeter Flaschenhals infolge ungleicher Abkühlung zum Springen neigen. Auch ist es bekanntlich nicht leicht, stets dieselbe Menge geschmolzenen Glases in eine Form einzuführen.

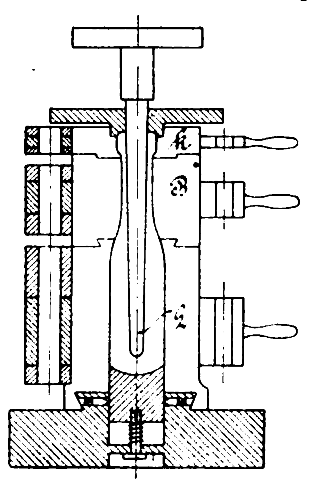


Fig. 10.

Geringe Schwankungen in der Menge der Glasbeschickung müssen aber den Stempel L wegen seines geringen Querschnittes ganz verschieden tief eindringen machen, also bald ein Külbel mit zu kurzer Höhlung, bald eins mit zu dünnem Boden entstehen lassen. Aus diesen Gründen heraus hat sich eine besondere Flaschenblasemaschine und diese wieder in Abarten, entwickelt.

Vielleicht der erste Versuch in dieser Entwicklungsreihe ist der von *A. R. Weber*, Pittsburg, im Jahre 1876 (amerik. Pat. 178819) gemachte. Derselbe bedeutet allerdings, verglichen mit dem drei Jahre älteren von *Arbogast*, zunächst einen Rückschritt. *Weber* schliesst das obere Ende einer Flaschenform durch die Mündung einer Pressluftleitung ab, welche düsenartig ein Stück in den Halsteil der Form hinabreicht und am Ende durch einen Ventilknopf verschlossen ist, und presst durch einen von unten in der Form aufsteigenden, das Lichte der Form ganz ausfüllenden Stempel auf diesem liegendes geschmolzenes Glas in den Halsteil der Form empor und um die Düse herum. Die eigentliche Formgebung beim Pressvorgang beschränkt sich also auf die Bildung des Flaschenkopfes und der obersten Mündung. Dieses Pressen entspricht also etwa der ersten Stufe der Mundblasearbeit, dem Aufnehmen, ohne aber einen, wie bei den Press- und Blasemaschinen zum Fertigblasen geschickt gemachten Zwischenkörper zu liefern. Abgesehen von diesen und anderen Mängeln bedingt diese Arbeitsweise ein umständliches Handhaben insofern, als ein Einfüllen des Glases durch die enge Halsmündung nicht möglich ist, demnach die obere Hälfte

der Form ganz oder teilweise entfernt werden und nach dem Einfüllen des Glases in die untere Hälfte wieder aufgesetzt werden muss, dabei aber fugenlos anschliessen soll.

Fig. 11.

Dieser Uebelstand wurde durch einen glücklichen Gedanken der Engländer *Arnall* und *Ashley* (britische Patentschrift, 8677 v. J. 1886) überwunden, indem sie die *Weber*sche Anordnung auf den Kopf stellten. *a* (Fig. 11) ist eine auf dem Kopf stehende Flaschenform, *h* die Pressluftdüse, verschlossen durch ein Knopfventil *g*, *d* ein Stempel. Das in die Form eingefüllte zähe Glas wird mit dem Stempel *d* in den den Kopfteil der Flasche bildenden Raum zwischen *h* und *a* eingedrückt und dann durch die bei *h* eingeführte Pressluft aufgeblasen, wobei der Stempel *d* wieder emporgetrieben wird und den Boden der Fertigform bildet. *Ashley*, der sich von 1886 ab, wie zahlreiche Patente beweisen, lebhaft mit der Flaschenblasemaschine beschäftigte, fügte 1889 der neu entstandenen Maschinenart jenes Glied hinzu, welches *Arbogast* für die Press- und Blasemaschine einführte, nämlich die von der Fertigblaseform getrennte Vorform, in der Weise, dass beide Formen an eine getrennte Kopfform anschliessen, an welcher der Glaskörper während des Austausches der Körperformen hängt. Hierdurch wurden die schon früher auseinandergesetzten Vorteile, auch der Flaschenblasemaschine, wenigstens soweit gesichert, als es die enge Halsöffnung des Glaskörpers erlaubte. Diese *Ashley*sche Maschine ist in Fig. 12 a und b,

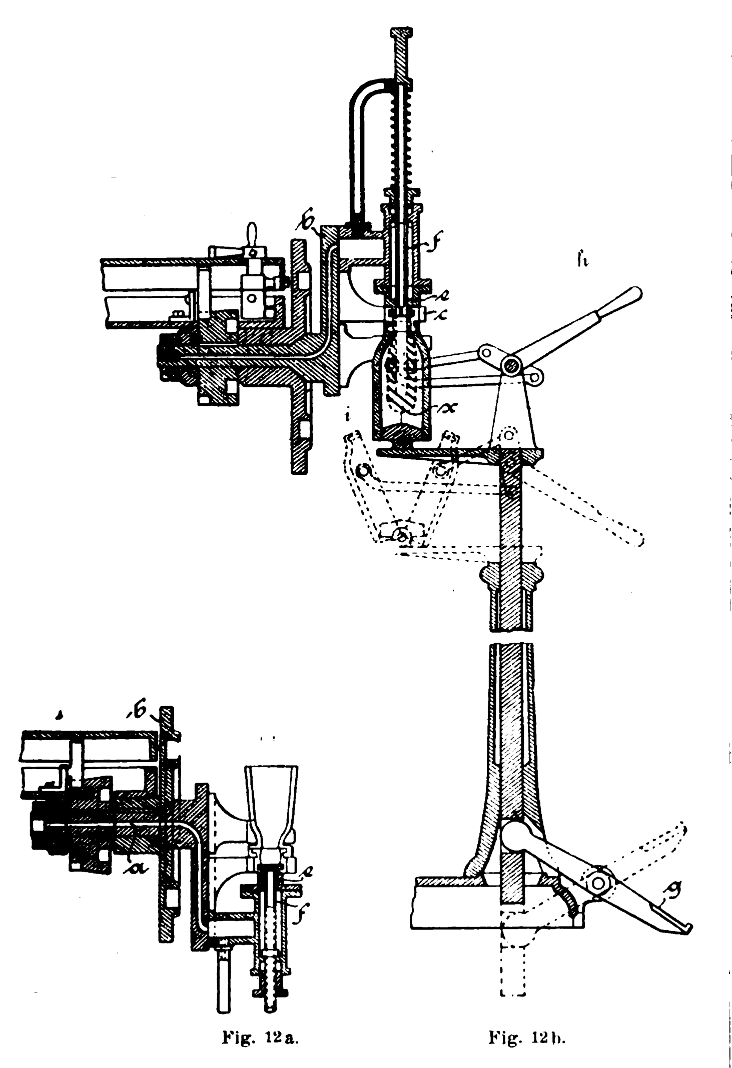


Fig. 12a. Fig. 12b.

in einer einfachen Ausführung mit einfacher Wirkung dargestellt, doch machte *Ashley* gleichzeitig (britische Patentschrift 3673 v. J. 1889, deutsche Patentschrift 52 208 von 1890) sehr eingehende Vorschläge für eine Maschine mit motorischem Antrieb, mit mehreren abwechselnd zu benützenden Formsätzen. Um eine hohle wagerechte Achse *a* ist der Formhalter *b* drehbar, an welchem in Schlitzführungen die Hälften (*c*) der geteilten Kopfform und der geteilten Vorform *m* verschiebbar befestigt sind. In dem die Kopfform abschliessenden Futter *e* ist ein hohler Dorn *f* verschiebbar, durch den Pressluft in die Form eingeblasen werden kann. In der Stellung 12a wird Glas in die Form *m* eingegeben, darauf von Hand der Dorn *f* emporgestossen und unter Einlass von ein wenig Luft wieder zurückgezogen, so dass in dem schon ein wenig zäh gewordenen Glase ein innerer Kanal zurückbleibt. Nun werden der Formträger *b* um 180 gedreht, und die Vorformhälften auseinander geschoben, so dass an der Kopfform ein Glaskörper von der in Fig. 12b mit *x* bezeichneten Gestalt, das Külbel, frei hängt. Man lässt es unter seinem eignen Gewicht sich etwas in die Länge ziehen, wobei bereits ein wenig Pressluft eingelassen werden kann, und schliesst, wenn das Külbel zum Ausblasen geeignet erscheint, die durch den Tritthebel *g* angehobene Fertigform mit dem Handhebel *h* um das Külbel, worauf es durch Einblasen von Pressluft zur Gestalt von aufgeblasen wird. Die eben beschriebene Maschine hat ausser der bereits erwähnten noch eine in der weiteren Entwickelung der Flaschenblasemaschine beibehaltene Eigentümlichkeit, bestehend in dem in die Glasmasse vorschiebbaren Dorn, an Stelle der bei den ersten Versuchen angewendeten, unverschiebbar in die Kopfform hineinragenden Düse.

Die *Ashley*sche Flaschenblasemaschine ist für alle späteren vorbildlich geworden. Die Pressarbeit ist bei ihnen nebensächlich, sie bezweckt nur das Eindrücken des Glases in die enge Kopfform, wird aber meist ganz weg gelassen, und das Glas, welches natürlich genügend dünnflüssig sein muss, in die Vorform eingegossen. Man könnte also diese Maschinen, bei denen das Glas in eine umgekehrte Vorform eingegossen wird und in einer an die Vorform anschliessenden Kopfform mit darin liegender Düse oder Dorn von geringem Durchmesser die Gestalt eines Flaschenkopfes mit innerer Höhlung annimmt, an welchem die übrige Glasmasse aufgehängt und in einer Fertigform aufgeblasen wird, als Giess- und Blasemaschinen, im Gegensatz zu den Press- und Blasemaschinen, zusammenfassen. In Ansehung ihres Anwendungsgebietes sind sie als Flaschenblasemaschinen, genauer als Maschinen zum Blasen engmundiger Hohlgefässe zu bezeichnen.

Die Versuche mit diesen ersten Maschinen zeigten aber, dass ihnen noch ein erheblicher Mangel innewohnte, der aus dem Umstand entspringt, dass das in der Vorform erhaltene Külbel zu dickwandig ist und daher in dem Augenblick, wo es in der Fertigform aufgeblasen werden soll, noch zu ungleich in der Temperatur und Zähigkeit ist, um eine brauchbare Flasche zu liefern. Das Glas im Innern des Külbels ist mit den abkühlenden Wänden der Vorform nicht in Berührung gekommen und ist noch erheblich weicher, als die äusseren seitlichen Schichten. Beim Blasen dringt deshalb die Pressluft in der Längsachse des Külbels so rasch vor, dass der Boden der fertigen Flasche entweder zu dünn wird oder ganz durchgeblasen wird. *Ashley* versucht diesem Uebelstande dadurch zu begegnen (britische Patentschrift 11 288 v. J. 1889, deutsche Patentschrift 61 149), dass er gegen das frei an der Kopfform hängende Külbel von unten her eine wagerechte Platte andrückt unter gleichzeitigem Einblasen von etwas Pressluft. Er sucht hierdurch die Ausdehnung nach unten zu begrenzen und die nach der Seite zu fördern. Aber auch hierbei findet die Pressluft noch einen unerwünschten Weg, indem sie das weiche Glas zwischen den steiferen Seitenwänden des Külbels und der Platte rascher vor sich hertreibt, als nach anderen Richtungen. Auch die Glastechniker *Boucher* in Cognac und *Grote* in London, welche einige Jahre später sich um die Flaschenblasemaschine bemühen, kommen in ihren ersten Patenten (14 258 v. J. 1897 und 12 392 v. J. 1897) über die *Ashley*sche Platte nicht hinaus. Erst im Jahre 1898 machen *Grote* und *Boucher* anscheinend fast gleichzeitig (das betreffende britische Patent *Grotes*, 14 539 v. J. 1898, ist am 1. VII., dasjenige *Bouchers*, 27 062 v. J. 1898 am 22. XII. angemeldet) einen neuen brauchbareren Vorschlag, indem sie den Boden des hängenden Külbels nach oder unter teilweisem Aufblasen mit einer konkaven, kuglig oder ähnlich gekrümmten Fläche, in Berührung bringen. Dadurch entziehen sie dem unteren Teil des Külbels, in welchem, besonders im Augenblick des Aufblasens, das weiche Glas aus dem Innern zu Tage tritt, soviel Wärme, dass es

an Zähigkeit den oberen Seitenwandungen gleich wird und sich in der Fertigform gleichmässig ausdehnt. *Boucher* giebt seinem Werkzeug die Gestalt einer topfartigen Form *a* (Fig. 13) mit kugligem Boden, welche so an der Maschine

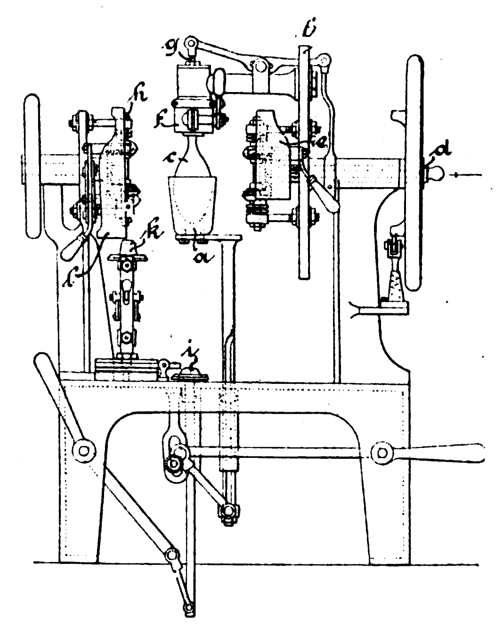


Fig. 13.

angeordnet ist, dass sie von unten gegen das Külbel *c* angehoben werden kann, aber bei kleineren Ausführungen auch mit der Hand gehalten und bewegt werden kann. *Grote* wendet einen halbkugeligen Löffel *b* an (Fig. 14), der mit der Hand gehalten und um den Boden des Külbels bewegt wird. Beiden ist es sonach möglich, nicht wie *Ashley* nur den Boden, sondern auch die seitlichen Teile der unteren Külbelwölbung zu bearbeiten, bis dahin, wo die schon durch die Vorform abgekühlte Külbelwand beginnt.

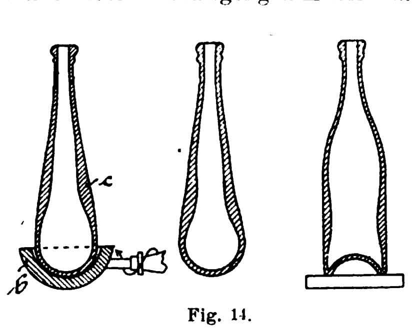


Fig. 14.

Boucher hat Zweck und Wirkung seiner Erfindung besonders klar in der Patentschrift auseinandergesetzt. Er vergleicht den Zweck seines Werkzeuges sehr treffend mit dem der Motze bei der Handbläserei. Hier wie dort ist der Zweck der rohen, in Temperatur und Zähigkeit ihrer Wandung noch ungleichmässigen Glaskugel, eine zum gleichmässigen Ausblasen geeignete Beschaffenheit und Gestalt zu geben. Auch bei der Motze wird die Wärmeentziehung an den zu heissen oder zu dünnen Stellen eine Rolle spielen, wenn auch in geringerem Grade, als bei der Zwischenbearbeitung des Maschinenkülbels. Denn bei diesem muss, wie schon auseinandergesetzt, die Verteilung der Wärme und Zähigkeit eine ganz andere und ungleichmässigere sein, wie bei dem durch Mundblasen hergestellten. Dass der Gedanke, der Glasblasemaschine ein der Motz entsprechendes Glied anzufügen, ein glücklicher war, dafür spricht schon der Umstand, dass sich alle in gleicher Richtung arbeitenden Erfinder beeilt haben, ihn aufzunehmen, so dass sich von den Giess- und Blasemaschinen eine jüngste Familie abgezweigt hat, welche man die der Motz- und Blasemaschinen nennen könnte. Es könnte nun vielleicht scheinen, als ob für einen Glastechniker, der bei der Arbeit mit der Flaschenblasemaschine auf die oben dargelegten Schwierigkeiten stiess, der Gedanke, zu der ihm so bekannten Motze zu greifen, so nahe lag, dass von einer besonderen technischen Leistung nicht die Rede sein kann. Indessen giebt hierbei die Thatsache zu denken, dass die Schwierigkeit einer guten Külbelbildung zwar bereits 1887 oder sogar 1876 auftauchte, aber das Mittel zur Abhilfe erst 1898 gefunden wurde, und dass es auch von *Boucher* und *Grote*, wie gezeigt, erst nach längerem Suchen gefunden wurde, obgleich beide mitten im Glashüttenbetriebe stehen. Es dürfte eben auch hier die klare Erkenntnis von der Natur des zu bekämpfenden Uebels erst aus dem als wirksam befundenen Mittel entsprungen sein. Denjenigen aber, denen diese keineswegs leicht zu gewinnende Erkenntnis noch fehlte, dürfte das wirksame Mittel keineswegs so nahe gelegen haben wie es uns scheinen mag, denen die Erkenntnis zugleich mit dem Mittel gebracht wird.

Fig. 15 giebt eine schematische Darstellung, die Fig. 16 und 17 Abbildungen nach der Natur der neuesten Form der *Grote*schen Glasblasemaschine. Sie zeigt den Typus der Giess- und Blasemaschine in einer durch Vervollkommnung im einzelnen fortgeschrittenen Form. Fig. 16 zeigt die Anfangsstellung der Maschine, in welcher die Kopfform *a*, (Fig. 15) Körperform *b* (deren Hälften an Armen *c* hängen) und der Dorn *d* durch Drehen der Scheibe *e* um 180° in einer Lage stehen, umgekehrt wie in Fig. 15. Das Glas wird in dieser Stellung über *d* eingegossen, sodass es in die Form und zwar auch in die Kopfform hinabfliesst. Darauf wird der Dorn in die Glasmasse emporgestossen, dabei ein wenig Luft eingeblasen (welche durch einen bei *g* aufzusteckenden Schlauch zugeführt wird) und nun die Scheibe *e* in die Stellung Fig. 15 gedreht. Dann wird der Vorformverschluss geöffnet, wobei die Vorformhälften *b* unter Federwirkung so weit hochklappen (Fig. 17 S. 158), dass sie die weitere Arbeit nicht behindern. Zur Vermeidung des Klemmens der Vorformhälften an der geschlossen bleibenden Kopfform sind die Sitzflächen nach aussen geschrägt (bei *i*, Fig. 15). Die Achsen, um welche die Kopfformhälften schwingen, sind derart schräg gestellt, dass sich diese Hälften beim Oeffnen etwas aufwärts bewegen. Darauf wird der Boden des frei an der Kopfform hängenden Külbels mit dem Löffel (Fig. 14) bearbeitet, die Fertigformhälften *h* (punktierte Zeichnung) darumgelegt und das Blasen beendet. Wird nun auch die Kopfform geöffnet, so schnellt das Düsenende, welches bis dahin von der Kopfform mittels Wulst und Nut niedergehalten war, unter Federwirkung so weit nach oben, dass die fertige Flasche *y* in der Fertigform stehend durch Drehen des Tisches *n* nach der Hinterseite der Maschine befördert werden und dort abgenommen werden kann, während eine zweite Fertigform h^1 nach vorn kommt. Die Fertigform hat ein auswechselbares Futter und einen einstellbaren Boden, so dass die Maschine leicht den verschiedensten Flaschengrössen angepasst werden kann.

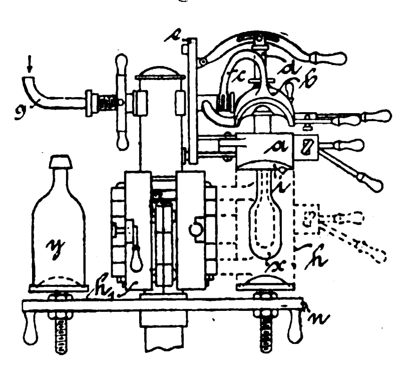


Fig. 15.

Auch die Maschine von *Boucher* (vergl. Fig. 13 und Fig. 18) ist eine Giess- und Blasemaschine und im engeren Sinne eine Motz- und Blasemaschine. Im Anfang der Arbeit steht der Träger *b*, welcher sich um die hohle Achse *d* dreht, umgekehrt wie in der Figur 13. Die Hälften *e* der Vorform werden geschlossen und das Glas von oben eingegeben, welches bis in die die Halsform unten abschliessende Kopfform *f* (Fig. 18) hinabläuft und dort die endgiltige Gestalt des Flaschenmundstücks annimmt. Die Mündung von *f*, durch welche später die durch die Achse *d* (Fig. 13) zugeführte Pressluft eintreten soll, ist noch durch den Dorn *g* verschlossen, welcher aber beim Umkehren der Vorform um 180° durch den Exzenter *h* (Fig. 13) so weit zurückgezogen wird, dass nach Oeffnen eines Hahnes die Pressluft ein vorläufiges Aufblasen des Külbels *c* bewirken kann. Dann folgt die Bearbeitung von *c* mit der motzenähnlichen Halbform *a*, das Einschliessen des Külbels in der Fertigform *l* (deren Hälften um Achse *h* schwingen), das Anheben der Bodenform *i* und das Fertigblasen. Nötigenfalls kann noch mit dem Sticher *k* der Flaschenboden eingestülpt werden. Fig. 19 zeigt eine auf der Pariser Weltausstellung aufgestellt gewesene Sammlung

von Flaschenmustern, die mit der Maschine von *Boucher* hergestellt werden.

Auch von den Flaschenblasemaschinen liegt eine Anzahl verschiedener Konstruktionen vor, die sich meist mit der besonders handlichen Anordnung der Formen, und mit der Einrichtung der die Kopfform abschliessenden Düse beschäftigen. Die Düse ist entweder in die Kopfform vorgezogen, sodass sie den Formkern für die Flaschenmündung bildet, und dann entweder durch ein Knopfventil oder einen zurückziehbaren Dorn (vergl. Fig. 18) verschlossen, oder der Dorn ist vorschiebbar, sodass er ein Loch in die Glasmasse einsticht (vergl. Fig. 12a und 12b). In letzterem Falle ist der Dorn entweder hohl, um die Pressluft durch sein Inneres zuzuführen (vergl. Am. P. 447452) oder wie bei der *Grote*schen Maschine so in d r Düse gelagert, dass die Pressluft zwischen Düse und Dorn durchtritt. Die Fig. 20 und 21 zeigen die sinnreiche *Grote*sche Einrichtung (D.R.P. 123657). *a* ist die Vorform, *b* die Kopfform, welche mit der Nut *c* die (ev. zurückfedernde) Düsenmündung *d* festhält. Der Düsenkanal *e* ist rund, der Dorn *f* quadratisch, den Abschluss beider gegen das geschmolzene Glas besorgt ein irisblendenartiger Verschluss *g*, der sich unter Federwirkung zu schliessen bestrebt ist, aber den Dorn in die Glasmasse hindurchtreten lässt. Der Dorn wird während des Eindringens gedreht, seine kantige Gestalt ermöglicht, dass während des Drehens Pressluft sich längs der Dornflächen bewegt und das Glas um die Bohrung am Zusammenschliessen hindert.

Der Gedanke, bei der Arbeit mit der Giess- und Blasemaschine einen der Motzarbeit entsprechenden Vorgang einzuschalten, ist von späteren Erfindern in der Richtung weiter ausgebildet worden, dass er noch ähnlicher der Handarbeit gestaltet wurde. So ist z. B. bei einer von *Severin* herrührenden Maschine (D. R. P. 127298) die Einrichtung so getroffen, dass nicht nur der Bodenteil des Külbels *a* (Fig. 22), sondern fast die ganze Umfläche in der Motze *b* unter Drehung bearbeitet werden kann. Die Kopfform *c* ist zu diesem Zweck in der Platte *d* drehbar gelagert. Die Platte *d* selbst kann um eine im Gestell *e* gehaltene Achse *f* schwingen. Bei jeder Lage der Platte *d* kann die Kopfform *c* durch die hohle Achse *f* Pressluft und von der Scheibe *g* aus unter Vermittelung der Kegelräder *h*, *i*, *k* Drehung erhalten. Wenn die Kopfform an die Giessform *l* anschliesst, wird das geschmolzene Glas in beide eingegossen, darauf *l* geöffnet und die Platte *d* um etwa 90° geschwungen. Nun folgt das Motzen unter Drehen der Kopfform, sowie unter wechselndem Neigen der Platte *d* und entsprechendem Heben und Senken der Motze *b*. Eine weitere Drehung der Platte *d* um etwa 90° bringt das Külbel in solche Lage, dass es in die Fertigform *m* eingeschlossen und unter Drehung (wenn eine „gedrehte Flasche“ gewünscht wird) aufgeblasen werden kann.

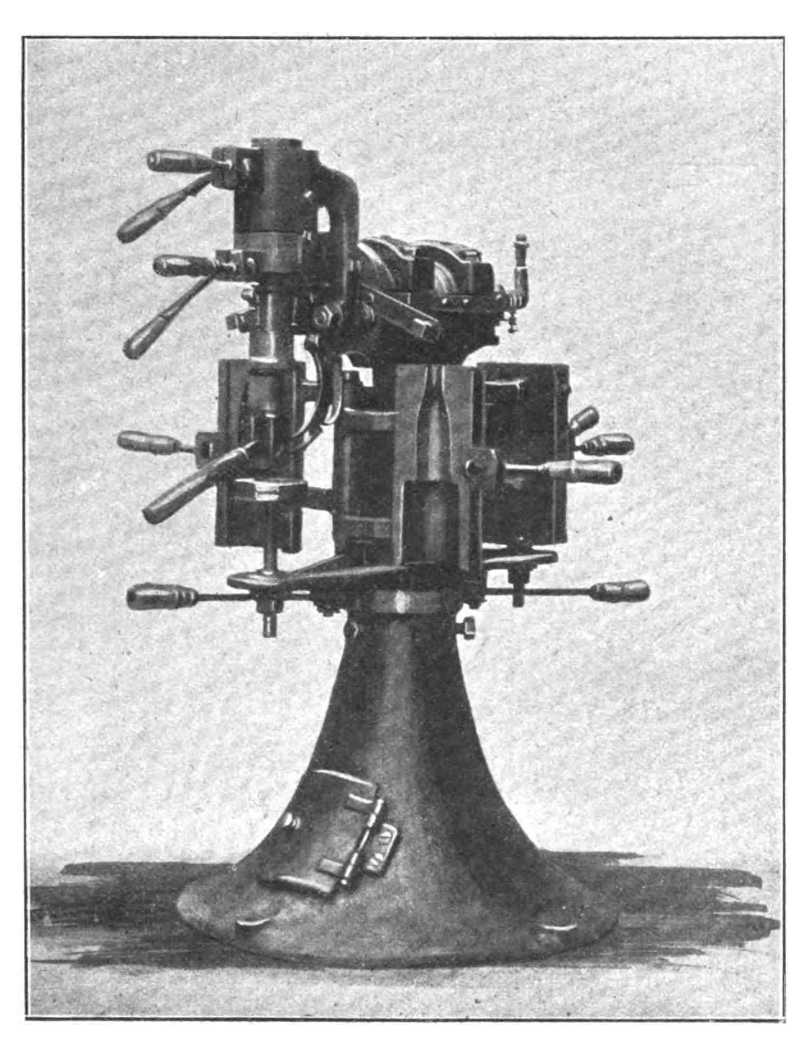


Fig. 16.

Es scheint einleuchtend, dass diese weitere Annäherung an die Handarbeit eine Verbesserung der erzeugten Flaschen mit sich bringen wird. Nur dass sie sich von dem Hauptziel der ganzen Blasemaschinenentwicklung, Beschleunigung der Arbeit zu entfernen scheint. Dass die neueren Giess- und Blasemaschinen brauchbare Flaschen liefern können, ist nicht mehr zu bezweifeln; die weitere Entwicklung muss auf Erhöhung der zu leistenden Stückzahl gerichtet sein.

*Grote*sche Maschinen und deren Erzeugnis sind z. B. in Bayern im Gebrauch. Ueber ihre Leistung liegen Angaben von Fachmännern vor, welche sich allerdings auf eine andere, als die oben gezeigte Maschine beziehen. Bei dieser älteren Konstruktion sind zwei Maschinen gewissermassen zu einer Doppelmaschine vereinigt. Mit dieser Maschine liefern vier Mann, die keine gelernten Glasbläser zu sein brauchen, an einem Tag etwa 2200 $^1/_2$-Literflaschen. In derselben Zeit liefern vier Glasbläser 1400 $^1/_2$-Literflaschen. Dass die Flaschenblasemaschine ein reiches Feld der Betätigung findet, mag aus dem Umstand hervorgehen, dass die Flaschenerzeugung Deutschlands auf eine Milliarde, die der ganzen Welt auf fast 3 Milliarden geschätzt wird. Vielleicht ist ein kühn aussehender Vorschlag *Severins* (D. R. P. 136895) geeignet, eine Beschleunigung der Flaschenmaschinenarbeit herbeizuführen. Um die früher auseinandergesetzte ungleiche Wärmeverteilung im Külbel von vornherein möglichst zu unterdrücken, öffnet *Severin* bald nach dem Eingiessen des Glases, jedenfalls aber bevor die die Kopfform *b* (Fig. 23) tragende Welle *c* gedreht worden ist, die Giessform *a*, sodass das Külbel frei nach oben steht und bei der kurzen Berührung mit der heissen Giessform nur wenig von seiner Homogenität verloren hat. Durch seine eigene Schwere und durch Einlassen von Pressluft nimmt es Kugelgestalt an, welche beim Niederschwingen in die hängende Stellung in eine schlauchförmige zum Aufblasen in der Fertigform *d* sehr geeignete Gestalt übergeht. Vor- und Fertigform bleiben am Ort, dazwischen liegt die kippbare Kopfform.

Natürlich wird eine möglichst handliche Zusammenordnung der Maschinenteile die Arbeit sehr beschleunigen. Eine erhebliche Zahl von Konstruktionen beschäftigen sich denn auch mit dieser Frage. Dieselben sollen aber mit einer Ausnahme übergangen werden. Ein französicher Konstrukteur, *J. B. Vernay*, hat im Jahre 1897 (britische Patentschrift 20388 vom Jahre 1897) die gewiss kühne Idee gehabt, eine völlig automatische Flaschenblasemaschine zu bauen. Der Gedanke war um so kühner, als die glastechnische Seite des Problems um jene Zeit noch recht wenig untersucht war. Er hat jener ersten Maschine neuerdings eine ebenfalls völlig automatische folgen lassen (britische Patentschrift

3122 vom Jahre 1901), die mit mehrfacher Wirkung arbeitet, und durch ein ausserordentlich verwickeltes Getriebe auffällt. Die Fig. 24 giebt in einer Teildarstellung einen von vier verschiedenen, nacheinander die Flasche berührenden

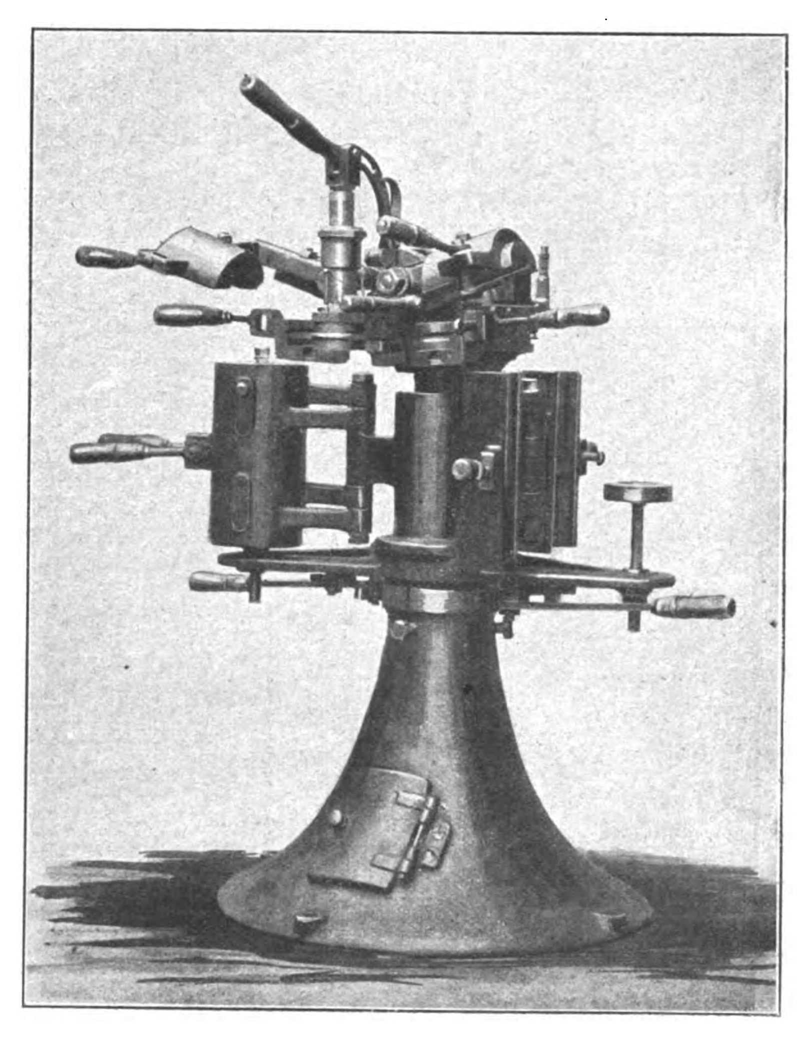


Fig. 17.

Formsätzen und den bewegenden Mechanismus. Die *Vernay*schen Maschinen sind indessen auch in glastechnischer Hinsicht bemerkenswert. *Vernay* haben die Schwierigkeiten, welche *Boucher* und *Grote* um 1897 beschäftigten und zu der offenen Halbform oder dem Löffel führten, fast gleichzeitig beschäftigt. Er wählte aber einen andern Ausweg, indem er nämlich das Külbel aus der Giessform zunächst in eine geschlossene sich drehende Zwischenform einführte und dort teilweise aufblies. Bei seiner neuen Maschine wird das Külbel sogar in drei sich drehenden, ringsum das Külbel berührenden Blaseformen stufenweise bis zu seiner endgiltigen Gestalt aufgeblasen. Diese Arbeitsweise wird der von *Boucher* und *Grote* vorgeschlagenen in gewissem Grade in der Wirkung nahe kommen. Sie muss aber dem Bedenken begegnen, dass eine unterschiedliche Wärmeentziehung am oberen und unteren Külbelteil nicht stattfindet, dass also ein Wärmeausgleich zwischen beiden nicht so vollkommen stattfinden dürfte, wie bei Verwendung der offenen Halbformen. Ferner ist nicht zu vergessen, dass die Selbsttätigkeit eine weitere Schwierigkeit den kaum überwundenen hinzufügt. Wenn die Formen der Blasemaschine zu kalt sind, werden die erhaltenen Flaschen zum Springen neigen; erhitzen sich die Formen während der Arbeit über ein gewisses Mass, so fängt das Glas an den Formen zu haften an. Es ergiebt sich also, dass bei einer selbsttätigen Maschine die Temperatur des eingeführten Glases, ja der Umgebung,

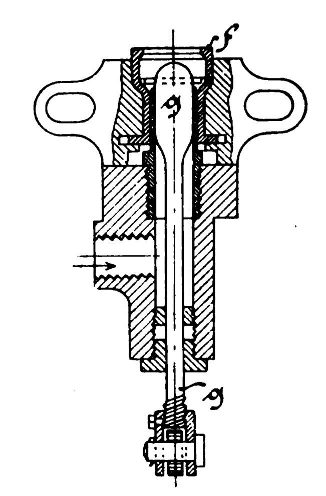


Fig. 18.

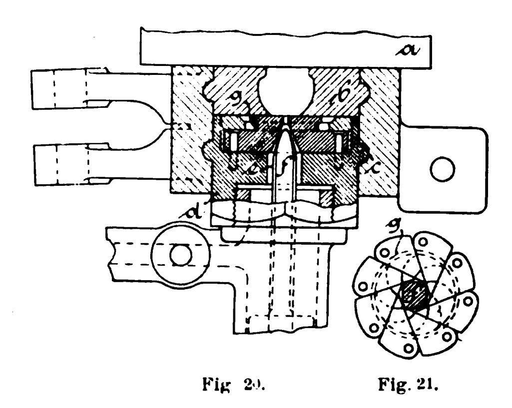


Fig. 20. Fig. 21.

und die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine genau auf einander abgestimmt sein müssen, wenn anders nicht Flaschentrümmer aus der Maschine hervorgehen, oder die heil austretenden Flaschen, weil zu kalt, springen oder weil noch nicht starr, in sich zusammensinken sollen.

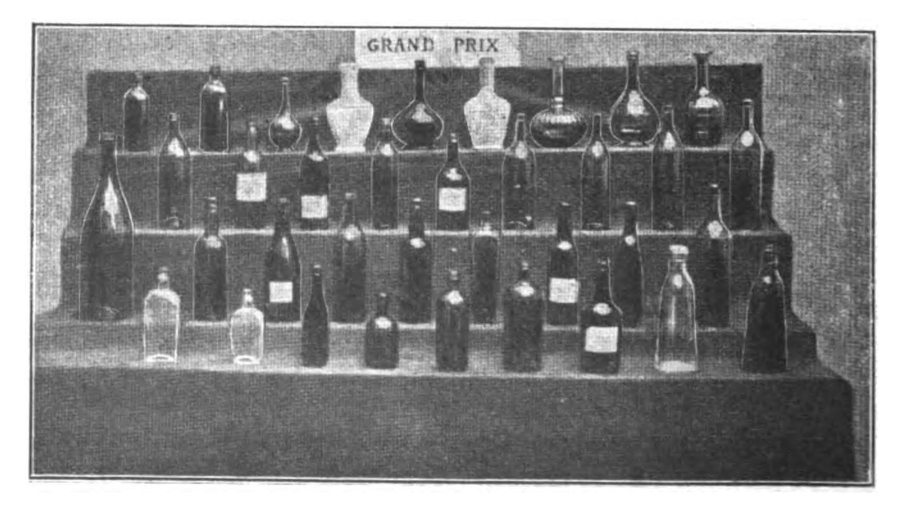


Fig. 19.

Wir sind nunmehr am Ende einer geschlossenen und langen Entwicklungsreihe angekommen, aus der sich drei

gut unterschiedene Arten ergeben haben: die Fertigblasemaschine, die Press- und Blasemaschine und die Giess- und Blasemaschine, diese mit der Unterart der (Giess-) Motz- und Blasemaschinen. Wir erinnern uns, dass die zweite Art für weithalsige Gefässe (z. B. Einmachegläser) die dritte für enghalsige (Flaschen) besonders leistungsfähig ist.

Aus Wurzeln, die nicht zu dem eben verfolgten technologischen Stammbaum gehören, ist neuerdings ein weiteres mechanisches Glasblaseverfahren hervorgegangen, nämlich das *Sievert*sche, auf welches wir bereits früher hingewiesen haben (s. D. p. J., 1901, **316**, S. 261) und dessen besonderer Wirkungsbereich die Herstellung solcher Gefässe ist, die eine im Verhältnis zur Höhe sehr weite Mündung haben (Schalen, Becher, Wannen u. s. w.).

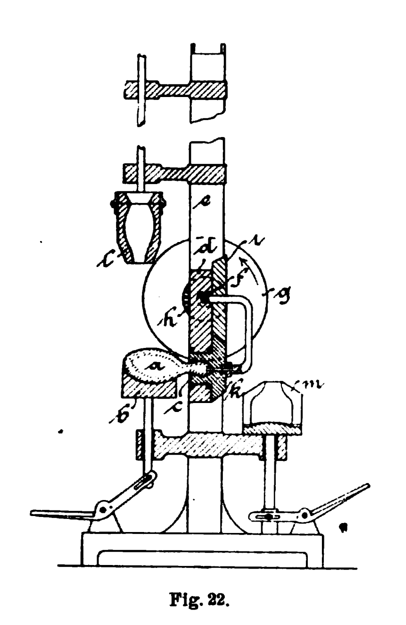


Fig. 22.

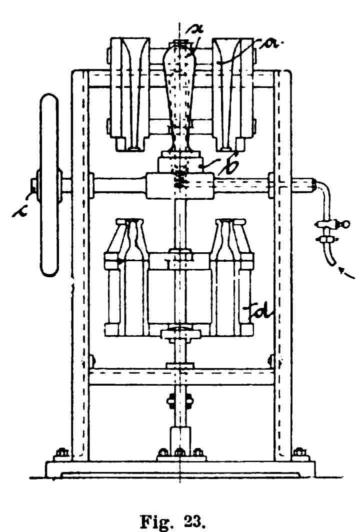


Fig. 23.

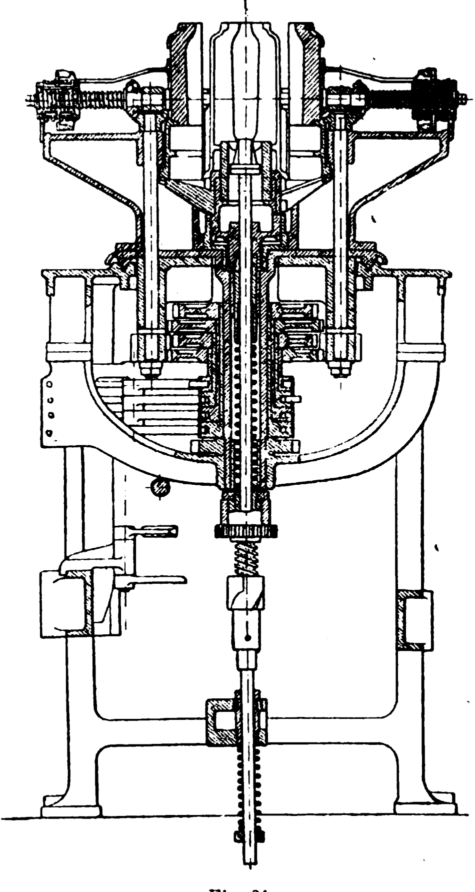


Fig. 24.

Kleinere Mitteilungen.

Parsons Dampfturbine

führt sich nach dem „Schiffbau" jetzt auch in Frankreich ein. Die französische Marine hat der Firma *Normand* in Havre ein Torpedoboot I. Klasse von 90 t Deplacement in Auftrag gegeben, das *Parson*schen Turbinenantrieb haben soll, und zwar sollen drei Turbinen drei Wellen antreiben und noch eine besondere Turbine für kleine Geschwindigkeit eingebaut werden.

Zur allgemeinen Ausnutzung des *Parson*schen Patents ist in Frankreich eine Gesellschaft gegründet worden.

Kohlensäure als Schutz- und Löschmittel.

Zur Beseitigung der Explosionsgefahr von Kohlenladungen in Seeschiffen sind neuerdings mit Kohlensäure erfolgreiche Versuche und praktische, gute Erfahrungen gemacht. Im Hamburger Hafen ist in Gegenwart zahlreicher Interessenten und Vertreter der Hamburger und Altonaer Feuerwehr eine aus etwa 65 Tonnen bestehende Kohlenladung in einem Leichterfahrzeug unter Zuhilfenahme von Holz und Petroleum in Brand gesetzt worden. Schon nach 2 Stunden begann das Pech in der Kalfaterung des Decks flüssig zu werden und die äussere Schiffswand eine Temperatur von 50—60° C. aufzuweisen. Nachdem dann die Hitze so gestiegen war, dass der vordere Kontaktthermometer 177, der hintere 130° C. anzeigte, wurden die Luken fest geschlossen und 24 Flaschen Kohlensäure zu je 20 kg Inhalt (25% vom Luftraum) in das Schiffsinnere eingelassen. Die Abnahme der Temperatur war bereits nach dem Einlassen der ersten Kohlensäureflaschen auffällig und schon nach 3 Stunden auf vorne 31°, hinten 28° C. gesunken. Nach 22 Stunden wurden dann die Luken geöffnet und beim Umschaufeln der Ladung nicht eine Spur von Glut entdeckt, obgleich besonders die unten liegenden Kohlen stark ausgeglüht und in Kokes verwandelt waren, zum Teil auch kompakte Massen von Schlacke bildeten.

Die deutsche Feuerlöschgesellschaft hat mit diesem Versuch den Beweis erbracht, dass den häufigen und äusserst gefährlichen Kohlenbränden an Bord der Schiffe durch dieses Löschsystem des Chemikers *H. Gronwald* (Berlin) zweckmässig begegnet werden kann.

Gute Erfahrungen auch in Beziehung auf die Wirtschaftlichkeit des *Gronwald*schen Systems hat das Bremer Vollschiff „Nesaia" gemacht. Das Schiff brachte eine Ladung westfälischer Fettkohle von Bremen nach Tsingtau, und der Kapitän hat durch frühzeitiges Einlassen von Kohlensäure in den Raum erreicht, dass jede Temperaturerhöhung in der Ladung vermieden ist. Da für die Ladung $1^1/_4$% geringere Versicherungsprämie bewilligt worden ist, weil das Schiff mit den *Gronwald*schen Apparaten ausgerüstet war, ergab sich schon bei der zweiten Reise ein Ueberschuss gegenüber den Anlagekosten des Löschsystems.

Unser neues Linienschiff „Braunschweig".

Als erstes der 5 Schiffe der „H"-Klasse ist am 20. Dezember des vergangenen Jahres das Linienschiff „Braunschweig" auf der Germania-Werft in Kiel glücklich vom Stapel gelaufen. Es stellt gegenüber der zuletzt erbauten Wittelsbach-Klasse einen grossen Fortschritt dar. „Braunschweig" hat ein 1500 Tonnen grösseres Deplacement als die „Wittelsbach". Dieses Mehr kommt in erster Linie Artillerie, Panzerung und Kohlenvorrat zu gut. Die schwere Artillere ist von 24 auf 28 cm, ihr Panzerschutz von 250 auf 280 mm erhöht, die Mittelartillerie durchweg auf das Kaliber 17 cm mit einer Panzerung von 170/150 mm (gegen 15 cm mit 150/140 mm Panzerung der Wittelsbach-Klasse) und der Panzerschutz der Kommandotürme von 250 auf 300 mm gebracht.

Als besonderer Vorzug der Konstruktion des neuen Schiffstyps ist der von 28 cm zu 28 cm-Turm reichende, ununterbrochen durchgehende Panzerschutz der Kasematte für die Mittelartillerie und die Anordnung der Artillerie anzusehen, die selbst in England solchen Beifall gefunden hat, dass für die beiden neuen Schiffe der englischen New Zealand-Klasse die gleiche Geschützaufstellung gewählt worden ist.



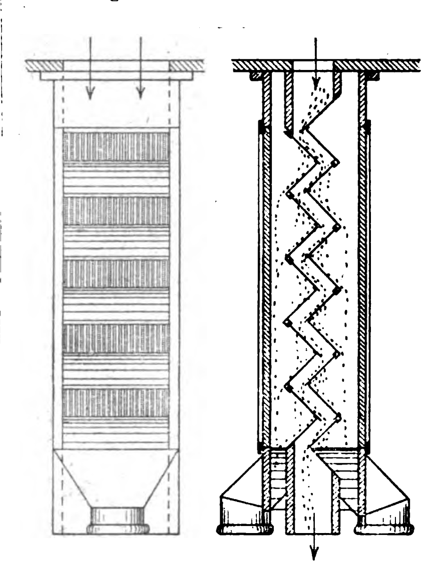
In den übrigen Einrichtungen lehnt sich der neue Schiffstyp ganz an den der Wittelsbach an. So ist das jetzt in England versuchsweise eingeführte und neuerdings in Frankreich vorgeschlagene, gemischte Kesselsystem beibehalten, das hier aus 6 Zylinder- und 8 Wasserrohrkesseln, System *Schulz*, besteht, und die Maschinenanlage setzt sich wieder aus 3 dreifachen Expansionsmaschinen zusammen, die insgesamt 16000 I. P. K. leisten und dem Schiff eine Geschwindigkeit von 18 Knoten verleihen sollen.

Der Antrieb für die 28 cm-Geschütztürme ist hydraulisch, der für die 17 cm-Drehtürme und die Munitionsförderwerke elektrisch geplant. Die elektrische Primäranlage, für die eine Spannung von 110 Volt vorgeschrieben ist, wird in zwei Stationen untergebracht, von denen die eine aus 2 Dampfdynamomaschinen von je 48000 Watt und einer von 75000 Watt Leistung, die andere aus einem Dampfdynamo von 75000 Watt besteht. Die Dynamos erhalten Nebenschlusswicklung und sind parallel geschaltet.

Herkules-Sortierer von Friedrich Brügge, Flensburg.

Die zum Sortieren und Absieben von Getreide etc. gebräuchlichen Stoss-, Schüttel-, Schwing- und Trommelsiebe bedürfen bei begrenzter Leistungsfähigkeit eines grossen Raumes, Betriebskraft, Wartung und mechanischer Siebreinigungsvorrichtungen, damit der Sichteffekt nicht durch Verlegen der Sieböffnungen nachlässt. Das Siebgut bewegt sich bei diesen Siebarten meist schleppend über die Siebfläche, wodurch nicht jedem Korne Gelegenheit gegeben wird, mit ihr in Berührung zu kommen und bei geeigneter Siebweite hindurchfallen zu können. Ein Apparat, welcher eine grosse, fast unbegrenzte Leistungsfähigkeit bei stets gleichbleibendem Sichteffekt aufweist, dabei aber keiner Wartung und keinerlei Betriebskraft, sowie nur eines geringen Raumes bedarf, ist der in nebenstehender Figur veranschaulichte „Herkules-Sortierer“.

In einem viereckigen Kasten aus Blech oder aus Holz mit Blechbekleidung befindet sich zwischen zwei parallelen Seitenwänden eine Reihe geneigter, von im Zickzack untereinander angeordneter Siebe. Dieselben sind, ähnlich einem Kamme, aus einer Menge parallel neben einander liegender Stahlstäbchen gebildet, welche an einem Ende frei, dagegen am anderen Ende am Siebrähmchen befestigt sind. Ueber diesen Sieben, welche durch seitlich im Kasten angeordnete Thüren ausgewechselt werden können, befinden sich in entsprechendem, parallelen Abstande Blechdecken, welche wieder mit den Sieben derart aneinander stossen, dass in der Mitte des Kastens ein aufrechter, nach allen Seiten geschlossener Zickzackkanal entsteht, welcher zum Durchlauf des Siebgutes dient. Das Siebgut rollt und fällt von einem Siebe auf das nächste, wobei also alle Körner mit der Siebfläche in Berührung kommen müssen. Durch das Fallen des Siebgutes auf die freien Enden der Siebstäbchen werden diese in stetige Vibration versetzt, so dass die Zwischenräume, Sieböffnungen, sich nicht zusetzen können und ein stetig gleich gutes Sichten erreicht wird. Da nun die Siebe und Blechdecken nicht ganz bis an die Türenwände des Kastens heranreichen, so kann das durch die Siebe auf die Blechdecken fallende Feingut ablaufen und gelangt in Säcke, während die Siebgröbe unten im Mittel den Kasten verlässt und durch ein Ablaufrohr, entweder direkt oder durch Elevator zur weiteren Behandlung fortgeführt wird.



Durch Einbringen verschiedener Siebweiten, Anordnung entsprechender Abläufe und Anschluss an Sauglüfter kann der Apparat jedem Zwecke der Sortierung entsprechend gebaut werden und also in Mahl-, Grütze-, Graupenmühlen, in Erbsen- und Reisschälereien, in Brauereien, Landwirtschaft, Getreidespeichern, sowie zum Sortieren sonstiger grobkörniger Materialien Verwendung finden. *Bittinger.*

Bücherschau.

Konstruktionslehre der einfachen Maschinenteile. Von Dr. Ing. *O. v. Grove,* Professor an der Technischen Hochschule in München. Leipzig, 1902. Verlag von S. Hirzel. Erster Teil mit 232 Textfiguren und 16 Tafeln Zeichnungen in Mappe.

Der auf dem Gebiete der Maschinenlehre durch frühere Publikationen („Formeln, Tabellen und Skizzen für das Entwerfen einfacher Maschinenteile, 13. Aufl.“, „Theorie der Reibung“ u. s. w.) bekannte Verfasser hat sich bei vorliegendem Werk die Aufgabe gestellt, eine Anleitung zur Konstruktion der einfachen Maschinenteile zu geben. Zur Förderung zielbewussten Arbeitens sind bei den einzelnen Konstruktionen die Gründe für ihre Gestaltung angeführt, die auftretenden Kräfte ermittelt und die zur Aufzeichnung nötigen Masszahlen bestimmt. Dabei kommt fast durchweg die von *Redtenbacher* wissenschaftlich begründete Methode der Verhältniszahlen zur Anwendung. Die Meinungen über die Zweckmässigkeit dieses Verfahrens gehen in Fachkreisen zwar sehr auseinander, doch bietet dasselbe besonders für den Anfänger den einzigen Ausweg, um einen Entwurf selbständig ohne Fehlgriffe anzufertigen und das Gefühl für richtige Konstruktionen rasch auszubilden.

Die ersten acht Kapitel der vorliegenden Arbeit umfassen die wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmässige Grundlagen aus der praktischen Technik für die zur Befestigung, Verbindung und Stützung anderer Organe oder zur Arbeitsübertragung dienenden Maschinenteile; dabei finden Niete und Nietverbindungen, Schrauben, Keile, Zapfen, Achsen, Lager, Wellen, Kupplungen und Räder eingehende Behandlung. Kapitel IX enthält Berechnungsgrundlagen für direktwirkende Reibungsräder: Stirnräder, Kegelräder und Hyperbelräder, indirektwirkende Reibungsräder, Riemen- und Seiltriebe.

Dem Kraftverlust durch die Reibung ist überall Rechnung getragen; bei der Ableitung der Formeln sind die Umstände berücksichtigt, welche Einfluss auf die Festigkeit der Konstruktion haben. Dem ausübenden Techniker sind die sich dem Text anschliessenden Beispiele aus der Praxis und die Kritik über fehlerhafte Ausführungen von besonderem Nutzen, diese letzteren sind ja eine unerlässliche Bedingung zur Erlangung der Fähigkeit, rationell zu konstruieren.

Wir empfehlen das Werk angelegentlich zum Studium und werden s. Z. bei Besprechung des zweiten Bandes, dem wir mit Interesse entgegensehen, auf die Publikation als Ganzes zurückkommen. *W. M.*

Eingesandt.

Deutsche Automobil-Ausstellung, Berlin 1903.

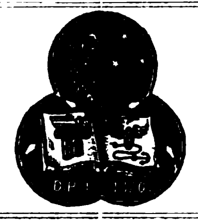
Dem deutschen Publikum wird auf der Deutschen Automobil-Ausstellung, Berlin, März 1903, in der Flora, Gelegenheit geboten werden, die hervorragenden Erzeugnisse der Automobilindustrie in grösserer Anzahl zu besichtigen. Es werden, wie aus den bisherigen Anmeldungen ersichtlich, neben ausländischen Fabrikaten, z. B. den *Mercedès*-Wagen, diejenigen aller hervorragenden deutschen Automobilfabriken, als ***Daimler*** u. s. w. in reichem Masse vertreten sein und allen Sachkennern den Beweis liefern, auf welch hoher technischer Stufe die deutsche Automobilindustrie steht und dass sie hinsichtlich ihrer technischen Leistungsfähigkeit hinter keiner Industrie des Auslandes zurücksteht.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 11. Berlin, 14. März 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 9, Köthener Strasse 44.

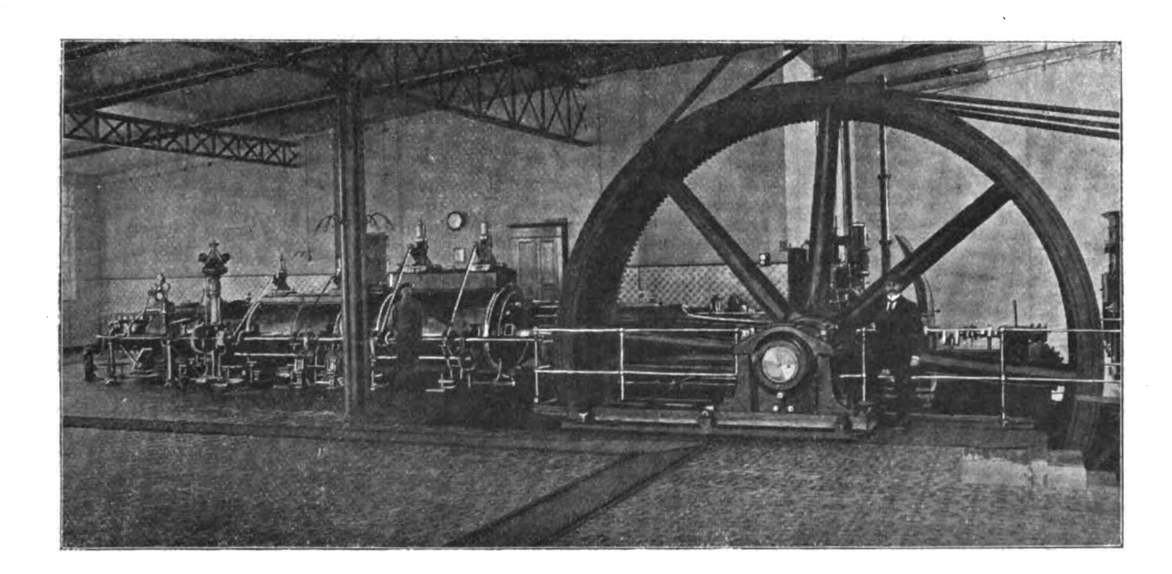


Eine aussergewöhnliche Dampfmaschine.

Im Hafen von Buenos-Aires wurde im vergangenen Jahre eine der grössten Mühlen der Welt, die Mühle „Rio de la Plata“, für eine tägliche Weizenverarbeitung von 200000 kg hergestellt. Der Bau wurde begonnen am 8. April 1902. Die Mühle kam am 17. September desselben Jahres in Gang, erforderte also nur eine etwas mehr als fünfmonatliche Bauzeit.

Zum Betrieb dieser Mühle dient die in Abbildung dargestellte Dampfmaschine. Es ist eine Dreifachexpansionsmaschine mit 1200 mm Kolbenhub und Zylinderweiten von 425, 675 und 1040 mm, welche bei 2,88 m Kolbengeschwindigkeit, 13 Atm. Kesselspannung und etwa 24 v. H. Füllung im Hochdruckzylinder, 600 indizierte Pferdekräfte leistet, jedoch bis etwa 750 indizierte Pferdekräfte gesteigert werden kann.

Abweichend von der sonst bei Triplexmaschinen üblichen Bauart befinden sich hier alle drei Dampfzylinder in Tandemanordnung und zwar liegt im Einklang mit der neuerdings bevorzugten Konstruktion der Hochdruckzylinder am weitesten von der Kurbelwelle entfernt.



Zu solcher Bauart gaben die Verhältnisse der Gesamtanlage des Werkes die Veranlassung. — Es ist nämlich die Mühle derart angelegt, dass sie später durch Aufstellung der erforderlichen Maschinen auf die doppelte Leistung gebracht werden kann. Das Mühlengebäude wird durch einen 4,3 m breiten Seilschacht, in dem sich die Antriebscheiben aller 6 Stockwerke befinden, in zwei Teile getrennt. Da nun vorerst nur die eine Hälfte der Mühleinrichtung zur Ausführung kam und man am Seilschacht und der Maschinenstube jede überflüssige Breite vermeiden wollte, so ergab sich eben die Tandemanordnung als die vorteilhafteste für die jetzige und die später aufzustellende zweite Betriebsdampfmaschine.

Neben dieser Rücksicht auf die Gesamtanordnung des Werkes war für die Wahl des Systems der Antriebmotoren ausschlaggebend der hohe Preis des Brennstoffes, auf den man in Argentinien angewiesen ist. Derselbe beträgt zur Zeit $7^1/_2$ Pesos Gold oder etwa. 30 M. für die Tonne Kohle. Man war also, um das Unternehmen rentabel zu machen, genötigt, eine Maschinenanlage mit möglichst geringem Dampf- bezw. Kohlenverbrauch zu machen und das führte zur Wahl der dreistufigen Expansionsmaschine mit Kondensation, welche aus Kesseln mit *Tenbrink*feuerung Dampf von 12—13 Atm. Anfangsspannung erhält. Die nachträgliche Anbringung von Ueberhitzern ist vorgesehen, in Rücksicht auf möglichst ungestörten Betrieb aber vorerst nicht zur Ausführung gebracht.

Seitens der Maschinenfabrik *Esslingen* in Esslingen, welche die gesamte Maschinenanlage geliefert hat, ist für die Maschine bei Normalleistung ein Verbrauch von 5,4 kg gesättigten Dampfes garantiert.

Die Dampfmaschine, deren mit grosser Eile durchgeführte Aufstellung bis zum betriebsfertigen Zustand nicht ganz fünf Wochen in Anspruch genommen hat, arbeitet seit 1. September vorigen Jahres ununterbrochen Tag und Nacht und es sind die bis jetzt vorliegenden Betriebsergebnisse durchaus günstige. Dies gilt besonders auch hinsichtlich der Ruhe des Ganges, die mehrfach von fachkundiger Seite bei der ungewöhnlichen Anordnung der Maschine als wenig günstig vorausgesagt wurde, sich aber, dank der sorgfältig durchgeführten Dampfverteilung und Kompressionen, sowie des reichlich bemessenen Schwungrades als ganz einwandfrei ergab.

Der Hochdruckzylinder arbeitet mit 12—13 Atm. Admissionsspannung und besitzt durch den Regulator ver-

stellbare *Widnmann*-Ventilsteuerung, wogegen die beiden andern Zylinder durch Daumenscheiben gesteuert werden.

Das Schwungrad mit 24 Seilrillen hat bei 6 m äusserem Durchmesser ein Gewicht von rund 20 Tonnen. Zur Ingangsetzung der Maschine dient ein sog. Servomotor, der in eine innere Verzahnung des Schwungrades eingreift.

Sehr wichtig war es, bei der bedeutenden Länge der Maschine ($15^1/_2$ m Gesamtlänge) ihr die Möglichkeit ungehinderter Streckung in der Längsachse beim Uebergang aus dem kalten in den betriebswarmen Zustand zu schaffen. Diese Streckung ergab sich, gemessen am hintersten Fusse des Hochdruckzylinders, zu etwa 8 mm. Um sie zu ermöglichen, sind die Zylinder und ihre Zwischenstücke, ebenso auch der Regulatorbock, auf den gehobelten Fundamentplatten in der Längsrichtung frei verschieblich, während die Steuerwelle zwei Ausdehnungskupplungen mit verlängerten Zähnen besitzt.

Auf Grund der bei vorliegender Maschine gemachten Erfahrungen kann man die einkurbelige Dreifach-Expansionsmaschine ohne Bedenken da anwenden, wo die örtlichen Verhältnisse für sie sprechen. Denn abgesehen von dem Umstande, einen in beschränkten Breitenabmessungen gegebenen oder neu zu schaffenden Maschinenraum zweckmässig verwenden zu können, spricht das Vorhandensein von nur *einem* Kurbelmechanismus sehr zu ihren Gunsten. Damit in Verbindung stehen: geringeres Gewicht, wie auch einfaches und billigeres Fundament. Ferner lassen sich, besser wie bei zweikurbeligen Maschinen, die verlustbringenden Längen der Dampfwege von einem zum andern Zylinder in engeren Grenzen halten, wenn die Receiver parallel zur Maschinenachse tunlichst dicht unter die betreffenden Zylinder gelegt werden.

Endlich hat auch der vorliegende Fall dargetan, dass die Aufstellung einer derart gebauten Maschine ungemein rasch von statten geht, weil das Parallelrichten zweier Maschinenachsen in Wegfall kommt und es sich fast nur um die Verschraubung der bereits in der Werkstätte auf guten Arbeitsmaschinen genau zentrierten und fixierten Zylinder mit den Zwischenstücken und der Geradführung handelt.

Eine ähnliche Vereinfachung ergiebt sich in Bezug auf die Steuerung, für welche nur *eine* Welle angetrieben, gelagert und mit Schmiervorrichtung versehen werden muss. Das Bedenken wegen unruhigen Ganges hat sich, wie gesagt als hinfällig erwiesen und da eine solche Maschine, wie die Abbildung zeigt, auch für das Auge keinen unangenehmen Eindruck macht, so ist nicht einzusehen, warum sie nicht unter passenden Umständen öfter Anwendung finden sollte.

Buenos Aires 1903. *E. Lufft.*

Schnellbetrieb auf den Eisenbahnen der Gegenwart.

Von Ingenieur **M. Richter**, Bingen.

(Fortsetzung von Bd. 317, S. 652).

2. *Die zweifach gekuppelte Schnellzuglokomotive mit vorderem Drehgestell* ist vom theoretischen Standpunkt besser als die zuletzt besprochene Anordnung, wogegen bei ihr hinsichtlich der Unterbringung der Rostfläche oft konstruktive Schwierigkeiten entstehen, welche bei hinterer Laufachse nicht auftreten. Die Entstehungsgeschichte dieser in den letzten 15 Jahren zu allgemeiner Anerkennung gelangten Type, ihre Herkunft und ihre Zukunft ist bereits eingehend besprochen; es soll nur noch daran erinnert werden, dass der Umbau der alten $^2/_3$ gekuppelten Lokomotive aus den vier Klassen derselben selbst zu vier neuen Typen führen musste, von denen a) und d) im vorigen Kapitel erledigt wurden, während jetzt b) und c) in einzelnen Mustern vorzuführen sind. Da diese beiden kaum unterschieden werden können und besonders das *de Glehn*sche Verbundsystem eine Vermischung derselben verursacht hat, weil beide Triebachsen bei demselben von je einem Zylinderpaar angetrieben werden, und weil endlich die Type c) niemals für sich zur Bedeutung gelangt ist, so soll die Unterscheidung fallen gelassen werden, um so mehr als jetzt nach der Art der Triebwerke geordnet werden soll, damit nicht Zwillings- mit Verbundlokomotiven aller Art zusammengeworfen werden. Im einzelnen ist also zu besprechen:

a) die *Zwillings*lokomotive und zwar: die des alt hergebrachten Systems, welches den Höhepunkt der Leistungsfähigkeit jetzt erreicht hat, mindestens auf amerikanischer Seite, nnd deshalb hier zuerst auch aufgegeben worden ist, um im Inland der fünfachsigen Maschine zu weichen; Beschränkung der Achsdrücke, der zulässigen Ausladung durch Betriebsbestimmungen, sowie des Radstandes durch das System selbst sind die Ursache dieses Zurücktretens; ferner die vorerst auf ein einzelnes Betriebsfeld beschränkte, noch im Versuchsstadium befindliche *Heissdampf*lokomotive, welche dazu berufen sein kann, vorläufig die vierachsige Maschine auf der Höhe zu halten und sogar der fünfachsigen wieder den Rang abzulaufen, wo die Leistungen nicht zu hoch geschraubt sind.

b) die *Verbund*lokomotive, nach Bauart von *v. Borries*, *Gölsdorf* u. s. w. (unsymmetrisch), *Worsdell* (mit 3 Zylindern), *de Glehn* (mit 4 Zylindern, versetzt), *Webb*, *v. Borries* (mit 4 Zylindern, auf eine Achse wirkend). In bezug darauf sei ein für alle Mal von jetzt ab die Klassenbezeichnung der Tabelle 1901, **316**, S. 350 eingeführt.

Ferner ist bei allen Gruppen auf Lokomotiven mit Luftschneideflächen besondere Rücksicht genommen. —

Es folgen daher:

a) Zwillingslokomotiven.

Die Hauptabmessungen und Verhältnisse einer Reihe von bemerkenswerten Mustern finden sich in nebenstehender Tabelle.

Im einzelnen ist zu den in der Tabelle aufgenommenen Lokomotiven zu bemerken:

1. *Die Schnellzuglokomotive der „Chicago-Alton-Bahn“*, erbaut von *Brooks Locomotive Works* 1900, ist ein sehr moderner, stattlicher Vertreter des seit 1837 in Amerika üblichen „American Type“. Die Besonderheiten der amerikanischen Bauart brauchen nicht besprochen zu werden. Die vorliegende Lokomotive zeichnet sich nur aus durch Kolbenschieber, durch den für Zwillingsmaschinen ungebräuchlichen und wahrscheinlich nicht ökonomischen Kesseldruck von fast 15 Atm., und inbetreff ihrer Ausstattung durch die Westinghousebremsung des Drehgestells und durch die elektrische Kopflaterne; der Rost ist ein Schüttelrost; im übrigen ist sie ganz normal (Fig. 46a).

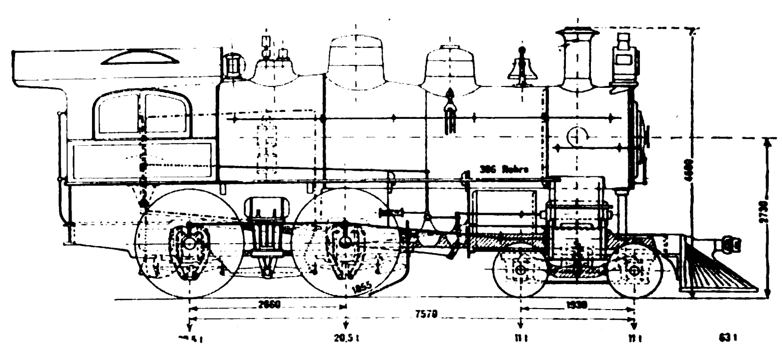


Fig 46a. Chicago-Alton.

Entsprechend dem Kesseldurchmesser und der Rostbreite, wie sie die grossen Heiz- und Rostflächen erfordern, ist die



	Chicago-Alton	Cleveland-, Chicago-Cincinnati-u. St. Louis	Delaware-Lackawanna & Western	Badische Staatsbahn	Französische Staatsbahn	Preuss. Staats-bahn Heissdampf	Englische Westbahn	Caledonische Bahn	Englische Ostbahn	London und Südwestbahn 2 Zyl.	London und Südwestbahn 4 Zyl.
Fig.	46a	46b	47	48	49	50	52	53a	54	56	—
Zylinderdurchmesser d mm	483	508	508	460	440	530	457	483	483	470	381/381
Kolbenhub s . . . . „	660	660	660	600	650	600	660	660	660	660	660
Triebraddurchmesser D „	1855	1980	1750	2100	2030	1980	2045	1980	2134	2005	2005
Kesseldruck p . . . „	14,8	13,4	13	13	14	12	12,7	14,1	12,7	12,3	12,3
Heizfläche H aussen . qm	203	200	199	—	—	— Ueberhitzer	155	148	152	138	—
Heizfläche H innen . „	—	—	—	105	158	105+30	—	—	—	—	141,7
Rostfläche R . . . „	2,96	2,85	8,1	2,07	2,05	2,27	1,99	2,13	1,98	2,23	2,55
Adhäsionsgewicht Q_a . . t	41	39	42	29,1	29,8	32	34,3	36,4	33,6	34,0	38,3
Dienstgew. Q ohne Tender „	63	59	63	45,5	50,8	55	52,6	52,7	50,9	49,8	55,4
Dienstgew. Q mit „ „	?	—	—	84,4	—	98	90	98,6	86,5	95,5	101
Vorräte Kohlen . . . „	?	—	10	6	—	6	4	5	1,5+3,3	4	4
Wasser . . . „	?	19	19	15,2	—	18	13,6	18,7	12,7	18	18
Tourenzahl . bei 97 km/St.	280	260	295	246	254	260	250	260	242	256	256
Höchste Leistg. PS	1380 ?	1340 ?	1420 ?	760	870	1000	1000	980	970	900	1050
Adhäsionszugkraft Z_2 . kg	6800	6500	7000	4860	5000	5350	5720	6080	5600	5700	6400
Maschinenzugkraft Z_1 . „	5900	5750	6300	3950	4350	5100	4300	5500	4550	4500	6000
Kraftziffer $\frac{Z_2}{Z_1}$	1,15	1,13	1,11	1,11	1,15	1,05	1,33	1,11	1,23	1,27	1,07
Gewichtsziffer $\frac{Q_a}{Q}$ . . .	0,65	0,66	0,67	0,64 (0,35)	0,59	0,58 (0,33)	0,65 (0,38)	0,69 (0,37)	0,66 (0,39)	0,68 (0,36)	0,69 (0,38)
Ladeziffer	—	—	—	0,55	—	0,56	0,48	0,53	0,49	0,48	0,48
Kraftwerte $\frac{Z_1}{Q}$. kg/t	93,5	97,5	100	87 (46,8)	86	93 (52)	82 (47,8)	104 (55,8)	89 (52,5)	90 (47)	108 (59)
Geschw. Werte $\frac{N}{Q}$. PS/t	22,0 ?	22,7 ?	22,5 ?	16,7 (9,0)	17,1	17,8 (10,2)	19,0 (11,1)	18,6 (10)	19 (11,2)	18,9 (4)	19 (10,4)

Kesselhöhe bei diesen neueren amerikanischen Maschinen sehr bedeutend, ebenso gehen die Achsdrücke der Triebräder nicht mehr unter 19 t herunter, wohl aber oft darüber. Die Zugkräfte sind hoch, werden weitgehend ausgenutzt (man rechnet in Amerika bis $^1/_4$ Adhäsion, so dass bei 40 t Adhäsionsgewicht 10 000 kg Zugkraft verlangt werden), und die

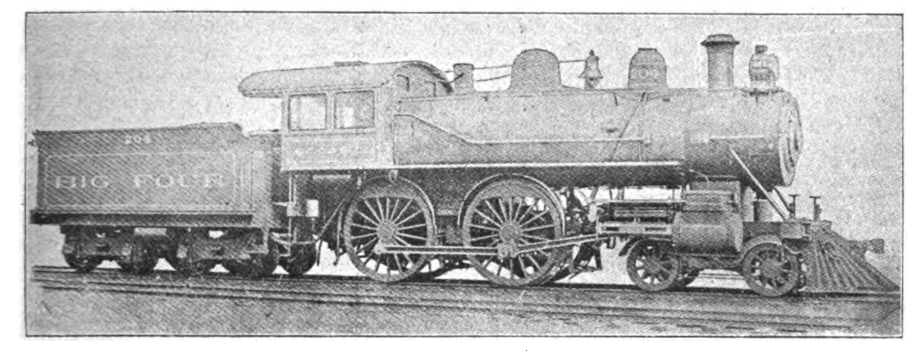


Fig. 46b. Big Four.

Leistungen oft beträchtlich; mit sehr schweren Zügen müssen oft Grundgeschwindigkeiten von 97 km/Std. eingehalten werden.

Aehnlich sind die grossen Lokomotiven anderer amerikanischer Hauptbahnen, wie z. B. der New York Central, Pensylvania, Boston und Albany, Lehigh Valley, Cleveland, Cincinnati, Chicago & St. Louis Bahn (Fig. 46b); u. s. w.

2. *Die Personenzuglokomotive der „Delaware, Lackawanna und Western Bahn“*, erbaut von den *Schenektady Locomotive Works* im Jahre 1901, wurde im gleichen Jahre auf der Panamerikanischen Ausstellung in Buffalo gezeigt. Die *Wootten*sche Feuerbüchse mit der sehr grossen Rostfläche von nicht weniger als 8,2 qm wurde durch das auf der erwähnten Bahn übliche minderwertige Brennmaterial, Anthracitstaub niederster Sorte, erfordert. Infolge der Verwendung solchen Brennstoffs bleiben gewisse Bahnen treue Anhänger der *Wootten*schen Feuerbüchse, wie z. B. die Lehigh-Valley, die Philadelphia und Reading, und besonders die Delaware, Lackawanna und Western-Bahn, welch letztere diese Form für Lokomotiven jeder Art durchwegs annimmt. Die $^3/_4$ gekuppelte Lokomotive für Schnellzugdienst eignet sich nur unter besonderen Bedingungen dafür, welche jedoch schon seit 1877 erfüllt werden konnten: die Unterbringung des sehr breiten Rostes über der hinteren Triebachse erfordert nicht zu hohe Triebräder einerseits, sowie sehr hohe Kessellage andererseits. Erstere haben in dem hier schon der konstruktiven Eigentümlichkeiten wegen angezogenen Beispiel, einen Durchmesser von 1755 mm, letztere beträgt im Mittel 2,84 m über S. O., also immer noch ein in Europa bis jetzt nicht ganz erreichtes Mass. Im übrigen ist die Lokomotive normal (Fig. 47).

Zu beachten ist das grosse Dienstgewicht von 63 t bei dieser wie bei der vorigen Gattung, sowie das Reibungsgewicht von nicht weniger als 42 t, welches zeigt, auf welche Stufe der kommerziellen Brauchbarkeit die amerikanische Lokomotive bei grösster Einfachheit getrieben worden ist; in Europa müsste bei den niedrigen Achsdrücken für dieselbe Leistung eine $^3/_5$ gek. Lokomotive gewählt werden, d. h. eine weniger einfache, vielteiligere und häufiger reparaturbedürftige Form.

Dass aber bei der amerikanischen Lokomotive in der, doch durch eine schwingende Kurbel angetriebenen, in der Stopfbüchse gerade geführten Schieberstange das dem Kreuzkopf ent-

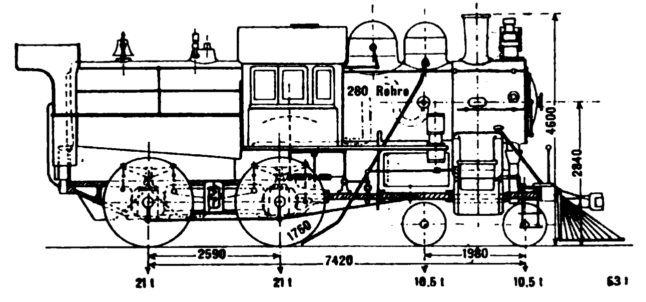


Fig. 47. Delaware Lackawanna & Western.

sprechende höchst einfache Bolzengelenk fehlt und an seiner Stelle nur eine Keilverbindung vorhanden ist, ist eine in Amerika leider sehr beliebte, vom theoretischen (und hin-

sichtlich der Vermeidung von Reparaturen, welche durch die Klemmung hervorgerufen werden, auch vom praktischen) Standpunkt aus als höchst unsauber zu verwerfende „Vereinfachung" der Konstruktion, welche sich bei den schönsten amerikanischen Lokomotiven findet, und geeignet ist, alles übrige etwa in solchen vereinigte imponierende Genie mit einem hässlichen Schatten zu streifen. Merkwürdig ist es nun auch, dass, weiss Gott aus was für Gründen, derselbe Fehler absichtlich von der Firma *Ernesto Breda* in Mailand bei der in Paris 1900 ausgestellten $^2/_4$ gek. Schnellzuglokomotive für die italienische Südbahn gemacht worden ist.

Die Leistungen der $^2/_4$ gek. Lokomotive, des sogenannten „*American Type*" im Schnellverkehr sind bekannt genug. Erwähnt sei nur die zur Berühmtheit gewordene No. 999 der New Yorker Zentralbahn, welcher im Jahre 1893 den „Exposition Flyer" von New York nach Buffalo führte, und mit 44 Wagen belastet, auf dieser 713 km langen Strecke eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 99 $^{km}/_{Std.}$ erzwang, bezw. von 102 $^{km}/_{Std.}$ zwischen den einzelnen Haltestellen. Unter anderem wurde die Strecke Albany-Syracuse, 248 km, in 2 Std. 26 Min. durchfahren, also ein Durchschnitt von 102 $^{km}/_{Std.}$ Die erreichte Höchstgeschwindigkeit betrug 165 bezw. 161 $^{km}/_{Std.}$ am 9. bezw. 19. Mai 1893 (über eine Strecke von 1,6 bezw. 8 km in 35 Sek. bezw. 3 Min.). (Siehe „Railroad Gazette" vom 26. Mai und 2. Juni 1893.)

Aehnliche, wenn auch nicht ganz so hoch gesteigerte Leistungen, hat manche Lokomotive des „American Type" durch sehr hohe Geschwindigkeit auf kürzeren oder hohen Durchschnitt auf längeren Strecken bewiesen; für das Aufzählen aller dieser Daten mangelt hier der Raum.

Dass trotz allem, trotz der grossen hochliegenden Kessel und hohen Achsdrücke, gerade in Amerika diese Type nun ihre Bedeutung verloren hat, ist nur ein Beweis für die ungeheuren Ansprüche, welche neuerdings, d. h. seit etwa 6 Jahren, drüben an die Lokomotive gestellt werden.

In der alten Welt ist noch keine Rede davon, dass sich die $^2/_4$ gekuppelte Lokomotive allgemein überlebt hat; hier ist sie noch zu neu und hat noch zu wenig geleistet, d. h. leisten können. Besonders in Deutschland, wo erst seit kurzem glücklich 16 t Achsdruck und 100 $^{km}/_{Std.}$ zugelassen sind, lässt sich noch viel ausrichten.

Schaut man sich zunächst auch hier auf dem Festland nur nach Zwillingsmaschinen um, so ist da freilich von wenigen Ausnahmen abgesehen, nicht viel zu berichten. Ausser der Heissdampflokomotive hat fast überall das Zwillingssystem dem Verbundsystem weichen müssen.

Bemerkenswert sind folgende Maschinen:

3. *Die Schnellzuglokomotive der Badischen Staatsbahn* ist die zweite Auflage der in den Jahren 1892 und 96 in in grosser Zahl beschafften, genau nach englischem Muster gebauten Gattung, im Jahre 1900 von der *Sächs. Maschinenfabrik Chemnitz* geliefert. Von der früheren Serie unterscheidet sich diese wesentlich garnicht, äusserlich aber durch die Luftschneideflächen, zu denen die Vorderwände des Führerhauses und der Rauchkammer ausgebildet sind.

Die Leistungsfähigkeit der Lokomotive ist gering; die sehr kleine Heizfläche, das Zwillingssystem, die kleinen Abmessungen der Dampfzylinder, alles wirkt zusammen, um bei der geringsten Ueberlastung des Zuges (Jahresdurchschnitt etwa 29 Achsen [1898]) Vorspann zu verlangen oder Verspätung zu bewirken; ersterer ist geradezu bei einigermassen schweren Zügen zur Tagesordnung geworden, während von einem Einfahren der letzteren überhaupt keine Rede ist. Daran bessern auch die in einigen Mustern dieser Gattung vorhandenen *Serve*-Rohre nichts, während die Luftschneiden nur in der Leerfahrt fühlbar sind; im Zug dagegen wird oft die gewöhnliche Vorspannlokomotive *vor* die mit Luftschneiden versehene gesetzt, woraus die Zwecklosigkeit der letzteren in diesem Beispiel wenigstens erhellt (Fig. 48).

So bleibt denn diese (im übrigen vorzügliche, sehr schöne) Maschine meilenweit hinter den gleichartigen englischen Mustern zurück. Eine $^2/_4$ gekuppelte Lokomotive könnte, unbeschadet ihrer deutschen Schwächen, ganz anders beschaffen sein, wofür Beweise folgen werden. Immerhin sind nacheinander 35 Stück der „Gattung IIc" beschafft worden, ohne geringste Aenderung der erstmalig gewählten Abmessungen, welche ja für die damaligen Verhältnisse passend gewesen sein mögen, als die Maschine entworfen wurde. —

Der Tender dieser Maschine war ursprünglich dreiachsig, wurde aber bald durch einen vierachsigen mit 15,5 cbm Inhalt auf zwei Drehgestellen amerikanischer Bauart ersetzt.

Seit 1. März 1902 ist in Deutschland die Geschwindigkeit 100 $^{km}/_{Std.}$ freigegeben; diese badische Maschine hat aber nichts davon erfahren, obgleich sie in ihrer Blütezeit

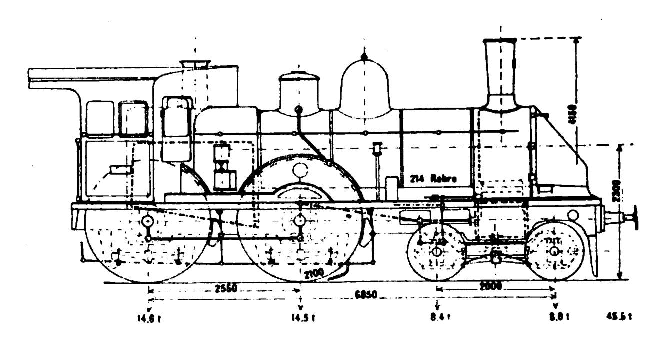


Fig. 48. Badische Staatsbahn.

(1892—96 etwa) bekannt war durch die 105 $^{km}/_{Std.}$, die sie auf günstigen Strecken (ohne Tachometer und ohne Genehmigung) fahren konnte und zu fahren pflegte, und obgleich Maschinen von einer dem Schnellfahren weniger günstigen Anordnung, wie z. B. die $^2/_4$ gekuppelte preussische unsymmetrische Verbundlokomotive, jetzt ganz glatt auf 100 $^{km}/_{Std.}$ sich hinaufwagen und dieses Tempo bequem einhalten.

4. *Die Schnellzuglokomotive der französischen Staatsbahn*, gebaut von *Schneider & Co.*, Creusôt, ausgestellt in Paris 1900, ist eine der vorigen, bis auf die Lage der Zylinder, welche aussen liegen, sehr ähnliche Form, jedoch mit viel höherer Leistungsfähigkeit. Die Besonderheiten sind:

Tiefe *Belpaire*-Feuerkiste zwischen den Triebrädern, im vorderen Teile mit Klapprost versehen, über dem sich ein Feuergewölbe befindet; *Serve*-Rohre, *Ricour*sche Kolbenschieber mit innerer Einströmung, denen eine hochgradige Unverwüstlichkeit, sowie eine Erhöhung des maschinellen Wirkungsgrades (bis 85 v. H.) und der Sparsamkeit im Brennstoffverbrauch (bis zu 3 v. H.) nachgerühmt wird, abgesehen von der um 10 v. H. höheren Anzugskraft; Froschmaulblasrohr, endlich planmässig durchgeführte Luftschneideflächen vor der Rauchkammer und dem Führerstand (Fig. 49a u. b).

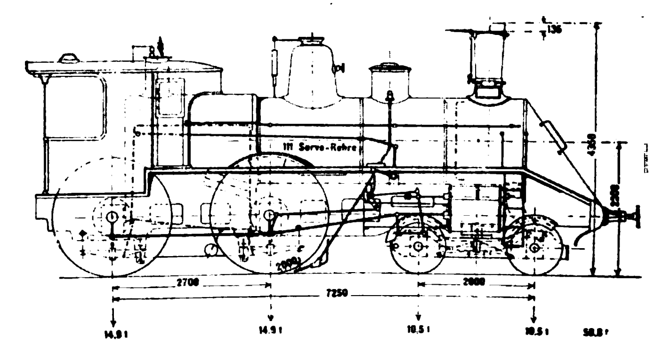


Fig. 49a. Französische Staatsbahn.

Der Tender von nur 10 cbm Wasserinhalt ruht auf zwei Achsen; dieser geringe Fassungsraum rührt vielleicht davon her, dass auf der französischen Staatsbahn zwischen Chartres und Thouars ein 2 km langer Wassertrog zur Aufnahme des Vorrats in voller Fahrt beabsichtigt war, der unterdessen auch tatsächlich gelegt worden ist.

Diese Maschinengattung ist übrigens in zwei in der Grösse der Zylinder verschiedenen Ausführungen vorhanden; der Zylinderdurchmesser der einen beträgt 440, der andern 460 mm. Die erstere wurde genauen Versuchen zur Feststellung der Anzugs- und Dauerzugkraft, der Leistung und des Kohlen- und Wasserverbrauchs unterworfen und scheint sich als vorzüglich und sparsam in jeder Beziehung erwiesen zu haben, wie aus folgendem hervorgeht:

Die grösste Anzugskraft war 7400 kg bei 70 v. H. Füllung. Die grösste Leistung betrug 1000 PS, die Dauerleistung mindestens 800 PS, so dass die spezifische Leistung von 6 $^{PS}/_{qm}$, an sich schon hoch, zumal bei einer Zwillings-

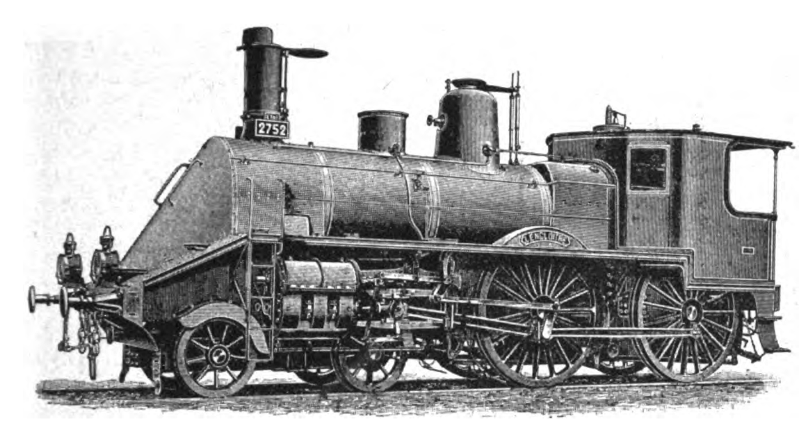


Fig. 49 b. Französische Staatsbahn.

lokomotive, leicht abgegeben worden ist; Züge von etwa 120 bis 140 t hinter dem Tender konnten auf der Horizontalen mit 100—105, auf der Steigung von $^1/_{200}$ mit 85, auf der Steigung von $^1/_{100}$ mit 70 und auf dem Gefäll $^1/_{200}$ mit 120 $^{km}/_{Std.}$ mühelos und dauernd befördert werden. Das Anziehen eines solchen Zuges auf 90 $^{km}/_{Std.}$ aus der Ruhe erforderte nur 2 Min. 54 Sek. auf einer Wegstrecke von 2850 m. Jedenfalls eine sehr gute Leistung für eine verhältnismässig leichte und durchaus normale Lokomotive.

Immerhin sind die aus diesen Versuchen gezogenen Schlüsse in der Weise wenigstens, wie sie die „Revue de mécanique" (April 1900) bringt, anfechtbar, da sie alles, was bisher zu Gunsten der Verbundlokomotive ausgesagt und anerkannt worden ist, über den Haufen werfen. Die erwähnte Quelle sagt nämlich (kurzgefasst):

„Hohe Dampfdrücke können in mässig grossen Zylindern nach Zwillingswirkung sehr vorteilhaft ausgenutzt werden, wenn nur für grosse Kanalquerschnitte und gehörige schädliche Räume gesorgt wird; ferner

a) Bei gleicher Kesselheizfläche sind die Zugkräfte der Zwillings- und Verbundmaschine gleich bei niederen Geschwindigkeiten; bei höheren aber ungleich zu Gunsten der ersteren, und zwar um so mehr, je höher die Geschwindigkeit über 100 $^{km}/_{Std.}$ hinausgeht, sodass also das Zugsgewicht für eine Verbundlokomotive mehr verringert werden muss, als für eine Zwillingslokomotive, der somit im Schnellbetrieb der Vorzug zu geben ist, was zunächst nur die Leistung betrifft.

b) Bei gleicher Zugkraft ist der Dampfverbrauch für die beiden Systeme ebenfalls gleich, nur bei niederen Geschwindigkeiten macht sich ein Unterschied zu Gunsten der Verbundmaschine geltend; bei sehr hohen Geschwindigkeiten dagegen wird die Zwillingsmaschine nicht nur stärker, sondern auch entschieden sparsamer.

c) Der Gang der Zwillingsmaschine ist leichter, der Verbrauch für Schmierung geringer, die Reparaturen sind seltener, die Anlagekosten sind bei der einfachen Maschine besonders durch den Wegfall der Kröpfachsen (bei äusseren Zylindern) geringer.

Alles in allem sollte für den wahren Schnellbetrieb im Flachland deshalb nur die Zwillingslokomotive Verwendung finden, während die Verbundmaschine ins Gebiet des Güterzugbetriebes und des schweren „Schnellzug"dienstes im Gebirge verwiesen werden muss; erstere eignet sich somit für hohe, letztere für geringe Tourenzahlen." —

Diese Folgerungen sind mindestens überraschend und neuartig; so sehr sie mit der bisherigen Meinung im Widerspruch stehen, so wenig kann geleugnet werden, dass etwas Wahres in Manchem enthalten sein muss. Zur Verteidigung dieser Schlüsse lässt sich auch noch anführen, dass gerade bei hohen Geschwindigkeiten Versuche bisher so eingreifend nicht vorgenommen worden sind, sodass diese Entdeckungen eher als Ergänzung, denn als Widerspruch aufzufassen sind in einem Gebiet, wo noch keine Beobachtungen bisher vorhanden waren. Ferner hat es bisher an geeigneten Versuchsobjekten, d. h. vorzüglichen Zwillingsmaschinen, für sehr hohe Geschwindigkeiten, gefehlt, an welchen solche hervorragenden Ergebnisse hätten gefunden werden können, und so geht auch die auf den preussischen Normaltypen aufgebaute *Lochner*sche Verbrauchstabelle nur bis 90 $^{km}/_{Std}$, hat also keine Uebertragbarkeit auf ausnehmend gute Verhältnisse. Jedenfalls ist dem *Ricour*schen Kolbenschieber das Hauptverdienst daran beizumessen, und einen Teil mögen die Luftschneideflächen beigetragen haben.

Für den Schnellbetrieb ist endlich folgende Behauptung der erwähnten Quelle wichtig:

„Der Wasserverbrauch für ein Nutzstundenpferd pflegt 9,5 l zu betragen im gewöhnlichen Schnellzugsdienst (?) für beide Maschinenarten, was somit den besten ortsfesten Anlagen für dieselben Betriebsbedingungen gleichkommt. Bei sehr hohen Geschwindigkeiten (250 bis 300 Touren in der Minute), dagegen sinkt für die Zwillingsmaschine (nur für diese) dieser Verbrauch auf 9 l herab, was denjenigen der besten ortsfesten Anlagen, mit oder ohne Kondensation, unterbietet!"

Bei solchen Ergebnissen ist der Ausbau der Zwillingslokomotive mit *Ricour*schen Schiebern, und — das dürfen wir ruhig hinzusetzen — mit Ueberhitzer, allerdings sehr begreiflich; letzterer sollte heute nicht mehr vergessen werden (trotz der Patentgebühren), wenn eine solche Schnellzuglokomotive, wie die soeben beschriebene der französischen Staatsbahn, sich auf der Höhe halten und erfolgreich den Kampf mit der elektrischen Zentrale aufnehmen soll. Eine an sich ausgezeichnete Maschine steigt naturgemäss noch um viele Stufen, wenn eine Dampf sparende Einrichtung, von der Bedeutung, wie sie dem Ueberhitzer beizumessen ist, zu ihren übrigen Errungenschaften hinzutritt. Ein Beispiel, welches auch die erwähnte Einrichtung aufweist, und schon die verdiente Aufmerksamkeit dadurch auf sich gezogen hat, ist

5. *die Heissdampf-Schnellzuglokomotive der preussischen Staatsbahn,* gebaut 1902, (Fig. 50). Sie ist das endgiltige Ergebnis einer steigenden Verbesserung, welcher die

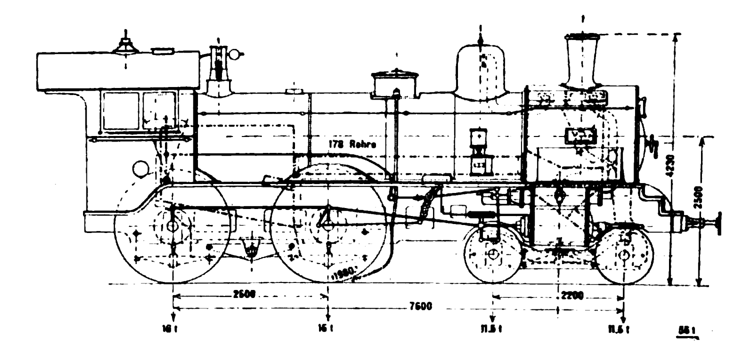


Fig. 50. Preussische Staatsbahn.

ursprüngliche Ausführungsform vom Jahre 1899 auf Grund der Betriebsergebnisse unterworfen wurde. Auf konstruktive Einzelheiten soll hier nicht weiter eingegangen werden; es sei verwiesen auf die allerorts wahrscheinlich bekannten Berichte von *Garbe* über „die Anwendnng des Heissdampfes im Lokomotivbetrieb", von *v. Borries* über „Neuere Fortschritte im Lokomotivbau" (Organ 1901, 1902; Z. d.V. d. Ing. 1901, 1902), von *Brückmann* über „die Lokomotiven der Pariser Weltausstellung 1900" (Z. d. V. d. Ing. 1901 ff.), sowie auf die erstmalige kurze Erwähnung der Heissdampflokomotive in dieser Arbeit (D. p. J. 1902, **317**, S. 79); im übrigen möge hier mit Bezug auf diese neueste Form wiederholt und ergänzt werden:

Aus dem Reglerdom gelangt der Dampf rechts vom Schornstein in eine längs der Rauchkammer in diese eingebaute Kammer, welche durch eine Scheidewand in zwei Teile getrennt ist, deren hinterer den Eintritts- und deren vorderer den Austrittsraum des Ueberhitzers darstellt. Aus dem ersteren gelangt der Dampf durch drei konzentrische Rohrbündel in eine zweite Kammer, die auf der anderen

(linken) Kaminseite, der ersten symmetrisch, in der Rauchkammer liegt, wo er sich verteilt, um aus der vorderen Hälfte durch ein gleiches Rohrbündel zurück zur dritten Kammer, d. h. zur vorderen Abteilung der ersten zu gelangen. Von dort erfolgt der Austritt durch das Gabelrohr in die beiden aussen liegenden Zylinder. Diese Rohrbündel, im ganzen 65 Rohre (33 mm l. W.), sind nun in eine konzentrisch um die eigentliche Rauchkammer gelegte schmale ringförmige Kammer eingebaut, in welche auf dem Boden des Langkessels unmittelbar durch ein weites Flammrohr die Heizgase aus der Feuerbüchse eingeführt werden, da die Rauchkammertemperatur zu gering ist, um eine wirksame Ueberhitzung zu ermöglichen. Dieser *Schmidt*sche Ueberhitzer erlaubt bei einem Temperaturgefälle der Heizgase von etwa 800° C. eine Ueberhitzung des Dampfes bis auf 380° C., während eine solche von 300° C. auf die Dauer sehr leicht eingehalten werden kann. Die Dampfmaschine ist entsprechend ausgebildet: möglichst gleichmässige Massenverteilung ist bei Zylinder und Schieber beobachtet, um Wärmeanhäufungen und damit ungleichmässige Dehnungen zu vermeiden. Der Schieber ist ein geteilter Kolbenschieber mit innerer doppelter Einströmung; er besitzt je zwei nicht aufgeschnittene Dichtungsringe; der Durchmesser beträgt nun für alle Heissdampftypen 150 mm. Die Reibungsarbeit ist so gering, dass einerseits zum Umlegen der Steuerung auch unter vollem Druck der gewöhnliche Handhebel weitaus genügt, während andererseits die Abnützung auch nach einem Lauf der Lokomotive von 30 000 km noch nicht merkbar ist. Die Schmierung erfolgt durch Schmierpresse von *Michalk.*

Es ist noch zu bemerken, dass der Ueberhitzer einen geräumigen Aschfall mit Rohr besitzt, dass die Wölbung der Rohre vor dem Flammrohr mit zunehmender Entfernung von demselben immer geringer wird, und dass diese Eintrittskammer der Gase in die Rauchkammer geöffnet werden kann. Dadurch ist eine möglichst grosse Ausnutzung der Heizgase erzielt, ein Verstopfen des Ueberhitzers völlig vermieden, und das ganze der Reinigung leicht zugänglich; letztere geschieht übrigens vom Gröbsten ganz einfach durch Durchblasen mittels Dampfstrahls mit Hilfe einer besonderen Blasdüse im Flammrohr. Vor dem Ueberhitzer besitzt die gut verlängerte Rauchkammer ein weites Aschfallrohr, sodass ein Verbrennen der Ueberhitzerwände verhütet wird, wozu im Notfall ein Spritzrohr mithilft. Die Klappen unter beiden Dampfkammern, durch welche die Ueberhitzergase vom Blasrohr abgesaugt werden, werden im Stillstand der Maschine durch das Oeffnen des Hilfsbläsers geschlossen und damit der Ueberhitzer ausgeschaltet. Die Anordnung des Ueberhitzers und der Maschine ist aus den schematischen Darstellungen (Fig. 51a u. b) im Prinzip zu entnehmen.

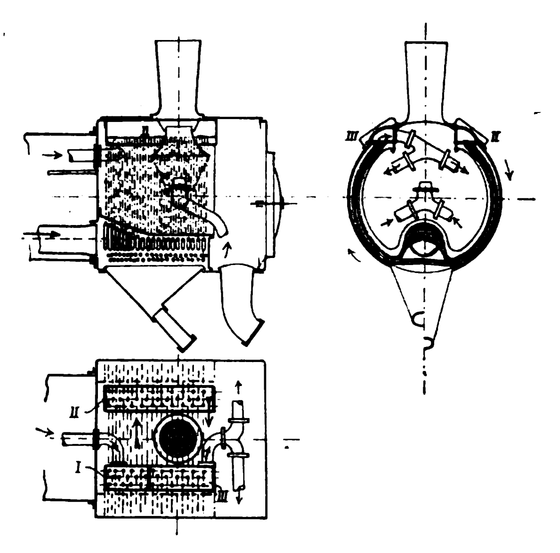
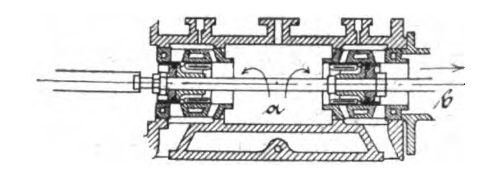


Fig. 51a. Schema des Ueberhitzers.

Die nun seit zwei Jahren durchgeführten Versuche mit Heissdampflokomotiven der Eisenbahndirektionen Halle und Berlin haben sehr schöne zum Teil verblüffende Ergebnisse gezeitigt.

Die Dauerleistung der Maschinen ist 900—1000 PS, was spezifisch bei 105 qm Kesselheizfläche also etwa 9 PS/qm ausmacht; leicht sind aber auch 1000—1100 PS zu erreichen, und als höchste Leistung ergaben sich 1300 PS. Dies über-



a. Einströmung. b. Ausströmung.
Fig. 51b. Schema des Heissdampf-Kolbenschiebers.

trifft bei weitem die Fähigkeiten der gewöhnlichen $^2/_4$ gekuppelten Verbundlokomotive der preussischen Staatsbahn, welche nicht über 850 PS getrieben werden kann, besonders nicht bei Vorhandensein des zu eng ausgefallenen Wechselventils, welches bei grossen Geschwindigkeiten den Dampf drosselt.

Diese hohen Leistungen sprechen für die Gründlichkeit und durchdachte Feinheit der ganzen Konstruktion, abgesehen von den Eigenschaften des trockenen Heissdampfs an sich, dessen Vorteile für den Schnellbetrieb nicht überschätzt werden können. Dass in der geringen Dichte und der gasartigen Dünnflüssigkeit, sowie der Trockenheit des Heissdampfs gerade für sehr grosse Geschwindigkeiten, d. h. Tourenzahlen der Maschine, bis jetzt noch nicht untersuchte und noch nicht theoretisch bewiesene Vorzüge und brauchbare Fähigkeiten versteckt sind, ist kaum zu leugnen, wenigstens lassen sich für einen merkwürdigen Fall keine Erklärungen anderer Art herbeischaffen:

Mit einem Zug von 6 D-Wagen, d. h. 180 t hinter dem Tender, durchlief die Lokomotive eine horizontale Strecke von 61 km Länge in 33 Min., d. h. mit einem Durchschnitt von 111 km/Std. Die Dauerleistung betrug 1100 PS, die Höchstgeschwindigkeit 115 km/Std., die Tourenzahl 300 Min. und die Kolbengeschwindigkeit 6 m/Sek. im Durchschnitt. Dieser hohe Beharrungszustand wurde mühelos aufrecht erhalten und beweist, welchen Ansprüchen die an sich kleine Lokomotive dieser Bauart gerecht werden kann.

Im gewöhnlichen Betrieb wird von derselben die Beförderung von 40, sogar 50 Achsen, d. h. 300—375 t hinter dem Tender, verlangt, was einem Gesamtzugsgewicht von 400—470 t entspricht. Die Aufgabe wird glänzend gelöst, ohne dass je Vorspann erforderlich wäre; im Gegenteil, durch die Einstellung dieser Maschinen in den täglichen Betrieb ist der vorher bei Zügen über 25 Achsen fast unvermeidliche Vorspann ganz in Wegfall gekommen. Der Gang der Maschine ist so ruhig, als überhaupt von einer heutigen Zwillingslokomotive bei äusseren Zylindern zu erwarten ist, trotz der hohen Kolbendrücke (bis 25 000 kg), wie sie die grossen Kolben bedingen. Gerade durch die Vergrösserung der Zylinder von den anfänglichen 480 mm (der Verbundlokomotive nachgebildet) auf 520 mm, und durch die damit zusammenhängende Verkleinerung der Dauerfüllung von 25 auf 15 v. H. ist die Leistung so stark gestiegen. Dazu trägt einerseits die Verbesserung des kalorischen Wirkungsgrades η_c durch die geringe Füllung, andererseits die Abschwächung der Blasrohrschläge bei. Thatsache ist, dass die erforderliche Leistung bei der Heissdampflokomotive mit viel geringerer Luftverdünnung in der Rauchkammer erreicht wird, als sonst der Fall, so dass die Blasrohrwirkung eine gleichmässigere Verbrennung und Verdampfung und damit eine Schonung des Kessels und der Mannschaft, sowie eine wesentliche Brennstoffersparnis herbeiführt. Die Luftverdünnung beträgt nur 75 mm Wassersäule im Mittel, geht aber bis 50 mm herunter, während man für sehr hohe Leistung mit höchstens 110 mm auskommt, seitdem das Blasrohr von 115 auf 130 mm erweitert ist. Ein weiterer Vorzug ist die geringe Menge mitgerissener Flugasche, wodurch die Heizfläche von Kessel und Ueberhitzer länger rein gehalten werden kann. — Nebenbei bemerkt sind aber diese bis herunter zu 2 v. H. Füllung erhaltenen Indikatordiagramme geradezu ideal. Hilft man noch durch gehörige schädliche Räume dazu, dass die Kompression bei diesen geringen

Füllungen und grossen Kolbenflächen ein unschädliches, ihrem Zweck als Polster entsprechendes Mass beibehält (die französische Ostbahn nimmt deshalb bis 18 v. H. schädlichen Raum!) so hat die geringe Füllung durchaus keinen Nachteil auf die Ruhe des Ganges, sondern behält ihre Vorzüge unbeschadet. Nur auf die Beanspruchung des Triebwerks haben dann die grossen Kolbenkräfte noch unangenehmen Einfluss, und schon im Interesse der Reparaturen sollte auch die Heissdampflokomotive Verbundmaschine erhalten, um diese Kolbenkräfte zu teilen; bei der Vierzylinder-Verbundmaschine könnten zugleich die hin- und hergehenden Massen ausgeglichen werden, und damit wäre nach jeder Beziehung Genüge geleistet. Mit den heutigen Heizflächen von 260 qm könnte eine $^2/_6$ gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Heissdampflokomotive wohl 3000 PS höchste Leistung erzielen! Schade, dass Versuche dieser Art noch auf sich warten lassen. Die Zeit wird immerhin über kurz oder lang vom Lokomotivbau den Versuch verlangen, und mindestens müsste endlich Heissdampf mit Verbundsystem vereinigt werden, um der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit näher treten zu können.

Was endlich die Wirtschaftlichkeit der hier beschriebenen Lokomotive hinsichtlich Kohlen- und Wasserverbrauch betrifft (abgesehen vom Wegfall des Vorspanns, der schon hoch genug anzuschlagen ist), so hat sich gezeigt, dass die Heissdampflokomotive nicht weniger als 12 v. H. Kohlen und 30 v. H. Wasser weniger braucht als die ziemlich gleiche Verbundlokomotive, die selbst von jeher als Muster von Sparsamkeit mit Recht gegolten hat. Der Kohlenverbrauch für die Leistungseinheit ist nun schon auf etwa 0,9 kg/PS gefallen, was durch Verbundlokomotiven bisher nicht zu erreichen war.

Es ist unter diesen Umständen nur zu bedauern, dass, geschweige dass das Ausland sich an den *Schmidt*schen Ueberhitzer versuchsweise ebenfalls heranwagt, im Ausland überhaupt die Heissdampflokomotive und ihre grossen Erfolge fast unbekannt, mindestens unbeachtet bleiben, und dass höchstens Kleinigkeiten, welche mit dem Heissdampf nichts zu thun haben, ab und zu Erwähnung in der Presse finden. Im Ausland wird dieser grösste Fortschritt des deutschen Lokomotivbaues mit Stillschweigen übergangen, während die Sache ihrer grossen Bedeutung entsprechend in Wirklichkeit die Aufmerksamkeit der Welt verdient hat und hoffentlich noch erobern wird, um zu zeigen, dass die in Paris 1900 allerdings angestaunte Heissdampflokomotive nicht die einzige und letzte ihres Zeichens war, wie man vielleicht auswärts glauben könnte. Vorläufig aber haben alle diese Bestrebungen einen so internen, man möchte sagen familiär preussischen Charakter, dass sie noch nicht einmal über das Gebiet der preussischen Staatsbahnen hinaus in die anderen deutschen Bahnen gedrungen sind. —

Von beachtenswerten $^2/_4$ gekuppelten *Zwillings*lokomotiven bietet das europäische Festland ausser den hier beschriebenen Mustern garnichts, so dass man seine Umschau daselbst beenden und zum Schluss dem Mutterland der Lokomotive, England, sich zuwenden kann.

(Fortsetzung folgt.)

Die Kraftstation II der Grossen Leipziger Strassenbahn.

Von Ingenieur **Kurt Bräuer**, Lehrer am Technikum Mittweida.

(Schluss von S. 154 d. Bd.)

Der Ekonomiser.

Die Wärme der Abgase aus den Kesseln und dem Ueberhitzer wird zur Vorwärmung des Speisewassers in einem Ekonomiser verwertet, der vom *Neusser Eisenwerk vorm. Rud. Daelen* in Heerdt bei Neuss geliefert worden ist.

Die ganze Anlage besteht aus zwei Apparaten von je 320 Röhren, die dazu dienen, stündlich 16000 l Speisewasser von 30° auf 100° zu erwärmen. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Heizgase mit 300° C. in den Ekonomiser eintreten. Beide Apparate können sowohl einzeln, als auch zusammen arbeiten. Jeder Ekonomiser besteht aus drei Abteilungen, nämlich 8 × 12, 8 × 12 und 8 × 16 Rohren. Die letzte Abteilung von 128 Rohren liegt zunächst am Kessel. Wegen der Ausdehnung der einzelnen Apparate sind zwischen diese kupferne Kompensationsrohre oben und unten eingeschaltet.

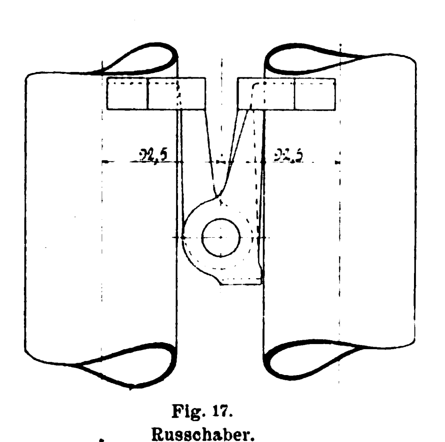


Fig. 17. Russschaber.

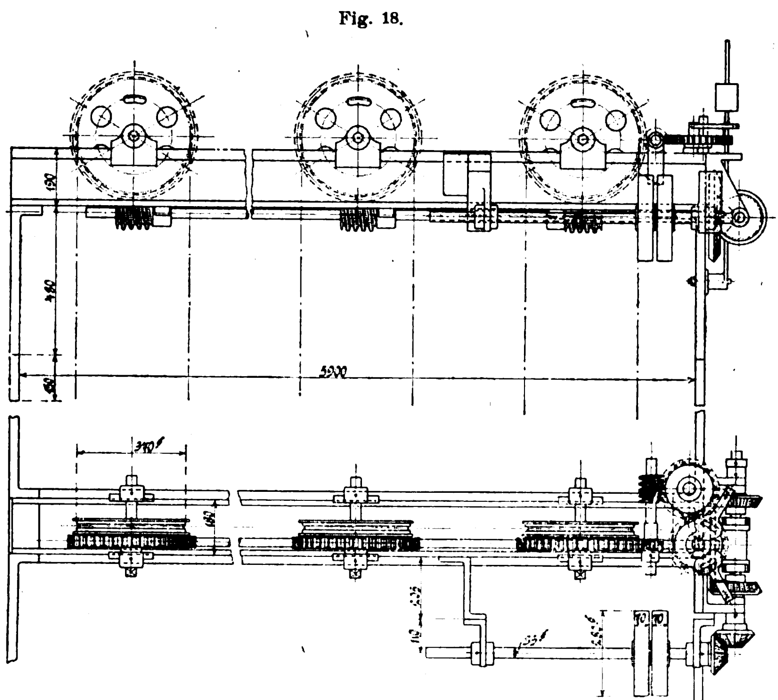


Fig. 18. Fig. 19.

Fig. 18 und 19. Antrieb der Russchaber.

Die acht vertikalen Rohre jeder einzelnen Rohrreihe sind unten und oben in gemeinsamen Horizontalrohren abgedichtet, die wiederum unter sich durch gemeinschaftliche Sammelrohre für Wasserein- und -austritt verbunden sind. Die Vertikalrohre haben etwa 100 mm lichten Durchmesser bei 2860 mm Länge, so dass also ein Rohr etwa 1 qm Heizfläche hat. Ein Register — das sind acht Rohre mit ihrem Ober- und Unterteil — fasst etwa 210 l Wasser. Der freie Querschnitt zwischen diesen acht Rohren beträgt 2 qm. Da nun die Rauchkanäle bezw. Drehklappen einen Durchgang

von 1,6 × 1,7 = 2,72 qm haben, so muss zwischen Mauerwerk und dem Rohrsystem ein Deflektor — d. i. eine Drehklappe — von 2,9 × 0,3 m eingeschaltet werden.

Zur Vermeidung der Russablagerung auf den Rohren und der dadurch bedingten Verringerung der Leistungsfähigkeit der Ekonomiser sind um die Rohre auf- und abgehende Russchaber herumgelegt, die den Russ beständig abkratzen (Fig. 17). Dieser fällt in die darunter liegenden Russkammern, aus denen er ohne Schwierigkeit entfernt werden kann.

Der Antrieb der Schaber ist in Fig. 18 und 19 besonders dargestellt.

Die Schaber hängen an Verbindungsbalken — diese an Ketten — und werden durch verzahnte Kettenrollen auf- und abgetrieben. Diese Rollen sind mit Schneckenrädern in einem Stück gegossen und werden von Schnecken angetrieben. Der Antrieb der Schnecken erfolgt — unter Vermittelung durch ein Kegelräder-Wendegetriebe — von einem Elektromotor. Der Energiebedarf ist etwa 2 PS. Das Umkuppeln und damit die Bewegungsumkehrung der Schaber erfolgt durch einen gewichtsbelasteten Hebel, der selbsttätig abwechselnd nach der einen und anderen Seite gelegt wird. Der Zwischenmechanismus ist in der Abbildung deutlich zu erkennen.

Die Vertikalrohre sind oben und unten schwach konisch abgedreht und sitzen ohne weitere Dichtung in ihren Ober- und Unterteilen. Die Oberteile sind mit konischen Deckeln versehen, die mit Klauenschrauben festgeknebelt und abgedichtet werden; sie sind also leicht zugänglich.

Die Apparate arbeiten nach dem Gegenstromprinzip. Alle 640 Rohre fassen 80 × 210 = 16800 l Wasser, die bei etwa 16800 l stündlicher Wasserverdampfung ungefähr eine Stunde brauchen, um den Apparat zu durchströmen.

Bei den Abnahmeversuchen wurden die gewährleisteten Zahlen wesentlich überschritten. Es war:

Wassereintritt 22° C.,
Wasseraustritt 120° C. (entsprechend einer Dampfspannung von etwa 2 Atm.),
Erwärmung 98° C.,
Kohlenersparnis 15,85 v. H.

Der Einbau des Eknomisers bedeutet demnach einen wesentlichen wirtschaftlichen Erfolg.

Die Anordnung der Rauchkanäle ist so getroffen, dass die Heizgase auch ohne den Ekonomiser zu durchstreichen in den Schornstein gelangen können.

Die Beschaffung des Speisewassers.

Die zum Kesselspeisen bezw. zum Ersatz des durch Verdunsten im Kühlwerk verloren gehenden Einspritzwassers benötigte Wassermenge wird aus dem neben dem Maschinenhaus belegenen 40 m tiefen Brunnen mittels Luftdruck in ein Brunnenwasserbassin gefördert. Die zur Erzeugung der Pressluft dienenden Kompressoren sind im Keller des Maschinenhauses aufgestellt und werden mittels Riemen und Deckenvorgelege von einem Elektromotor angetrieben. Die kurz über dem Wasserspiegel in das Steigrohr des Brunnens eingeführte Pressluft saugt das Wasser an und hebt es in das Brunnenwasserbassin.

Die Anlage liefert stündlich 7 cbm Wasser und ist gebaut von der *Luftdruckwasserhebungsgesellschaft Krause u. Co.* in Berlin. Das zur Speisung der Kessel dienende Wasser wird aus dem Bassin von zwei ebenfalls im Keller des Maschinenhauses aufgestellten Rohwasserpumpen, System *Worthington*, von je 12 cbm Stundenleistung in ein grosses, im Pumpenraum aufgestelltes Hochreservoir gehoben, von dem es dann den Speisewasserreinigern zufliesst.

Die Wasserreinigung und Kesselspeisung.

Um das Ansetzen von Kesselstein zu vermeiden, sind im Pumpenraum zwei Wasserreiniger von je 7 cbm Stundenleistung aufgestellt. Sie sind geliefert von der Firma *Hans Reisert* in Köln und nach den Patenten *Dervaux-Reisert* ausgeführt. Die Konstruktion der Apparate ist in Fig. 20—23 dargestellt, die Anordnung der Anlage aus Fig. 2 ersichtlich.

Die Füllungsmittel sind: Kalkhydrat für alle doppelkohlensauren Salze und calcinierte Soda für schwefelsaure und andere Verbindungen.

Der Apparat besteht im wesentlichen aus einem aufrecht stehenden, konischen Gefäss, dem Kalksättiger, dessen engster Querschnitt sich unten befindet, dem Verteilungsapparat mit dem Sodabehälter C, dem Kalkmilchbehälter J und dem Regulierbehälter R, dem mit C in Verbindung stehenden Siphon N, dem Reaktionsraum D mit dem Rohr E und dem Ablaufrohr G, dem Filter F.

Die vor einer Arbeitsschicht im Behälter J durch Ablöschen und Verdünnen von gebranntem Kalk erzeugte Kalkmilch wird durch Hahn K und Rohr k unten in den Kalksättiger eingeführt, nachdem man vorher die ausgelaugten Kalkreste durch Hahn L entfernt hat.

Eine stets gleichbleibende, genau eingestellte Wassermenge fliesst durch Hahn V und Rohr v unter die vorher eingeführte Kalkmasse und wirbelt diese stets auf. Das Wasser nimmt den Kalk mit in die Höhe, bis die Wassergeschwindigkeit infolge der zunehmenden Querschnittserweiterung so gering wird, dass die Kalkteilchen nicht mehr folgen. Das Wasser, das sich vollständig mit Kalk gesättigt hat (im Verhältnis 1 : 778), verlässt vollständig klar den Sättiger und fliesst durch Rohr U ab.

Die zurückfallenden Kalkteilchen werden immer wieder von dem Wasserstrom erfasst und bis zur völligen Erschöpfung ausgelaugt.

Aus dem Sättigungsraum tritt das Wasser in das zentrale Rohr des Reaktionsraumes D. In dieses fliesst aus dem Abteil C unter Vermittelung von Siphon N eine Sodalösung und aus dem Abteil R das zu reinigende Rohwasser (das diesem Abteil aus dem vorher erwähnten Hochreservoir zufliesst, in das es von den Rohwasserpumpen gedrückt wird).

In diesem Abteil setzt sich ein Teil des ausgefallenen Schlammes nieder und wird von Zeit zu Zeit durch den Hahn W abgelassen. Das Wasser steigt stetig im Raume D in die Höhe und fliesst von oben herab durch das Rohr G über das Filter F, um darauf durch das Rohr Z und das Ventil T den Reiniger vollständig klar zu verlassen.

Das Filtermaterial wird nicht erneuert, sondern von Zeit zu Zeit ausgewaschen. Dies geschieht in folgender Weise:

Man öffnet Hahn X, schliesst Hahn Y, so dass das Rohwasser nicht mehr in den Behälter R, sondern von unten in das Filter treten muss. Darauf wird der Luftdruckapparat in Tätigkeit gesetzt, der Luft gleichmässig verteilt, durch das Filter drückt, wodurch das Filtriermaterial gründlich aufgewühlt und der Schlamm losgerissen wird. Das rückströmende Wasser nimmt diesen mit und führt ihn durch das Schlammabzugrohr in den Schlammkanal. Nach einigen Minuten stellt man den Luftdruckapparat ab und lässt das Wasser noch so lange nachströmen, bis es klar geworden ist. Schliesslich setzt man die Hähne X und Y wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück.

Aus dem Reiniger gelangt das Wasser in einen vor dem Pumpenraum befindlichen Behälter, aus dem zwei direkt und vierfach wirkende Worthington-Pumpen, sowie zwei Restarting-Injektoren saugen. Jede Pumpe kann stündlich 12 cbm Wasser gegen 10 Atm. Ueberdruck fördern. Der Pumpenabdampf kann entweder direkt in das Freie entweichen oder durch einen Schaffstädt-Vorwärmer, der in die Speisedruckleitung zwischen Pumpen und Ekonomiser eingeschaltet ist, geleitet werden.

Die Rohrleitungen.

Besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt ist der Durchbildung und Anlage der Rohrleitung gewidmet worden.

a) *Die Hauptdampfleitung.*

Die Dampfsammler der Kessel geben ihren Dampf an ein gemeinsames Rohr a ab, das entweder direkt zu den Maschinen oder erst durch den Ueberhitzer b führt. Die Zuleitung q zu den Maschinen ist als Ringleitung ausgeführt, sodass jeder einzelne Kessel und jede einzelne Maschine ausgeschaltet werden kann, ohne den Dampfstrom zur Verbrauchsstelle zu unterbrechen. Wie aus dem Rohrplan Fig. 1 u. 2 zu ersehen ist, sammelt sich der Dampf aus allen Kesseln in einem über diesen liegenden Rohre von 200 mm lichter Weite, geht von hier durch den Ueberhitzer und dann in den im Kesselhause liegenden Zweig der Ringleitung, die er entweder in der Richtung im Sinne des Uhrzeigers (von oben

auf die Leitung gesehen) oder entgegengesetzt durchströmen kann. Die Hauptdampfleitung ist unter Flur verlegt, die Ventile sind durch über diesem liegende Handräder zu bedienen.

b) *Die Frischdampfleitung zu den Pumpen und Injektoren.*

Diese sind ebenfalls als Ring- bezw. Doppelleitungen ausgeführt und zwar werden die Kondensatoren und Rohwasserpumpen von einer Leitung e_3, die Speisepumpen und Injektoren von einer anderen e von der ersten unabhängigen Leitung gespeist. Von dieser letzten zweigt ein Dampfrohr nach den Wasserreinigern ab zum Betriebe des Luftapparates bei der Filterreinigung.

c) *Die Speisedruckleitungen.*

Von den Rohwasserpumpen l geht eine Druckleitung t nach dem im Pumpenraume aufgestellten Hochbehälter k, wobei dieses Wasser, wie schon erwähnt, durch den Abdampf der Kondensatoren und Rohwasserpumpen vorgewärmt werden kann. Die Speisedruckleitung nach den Kesseln ist eine

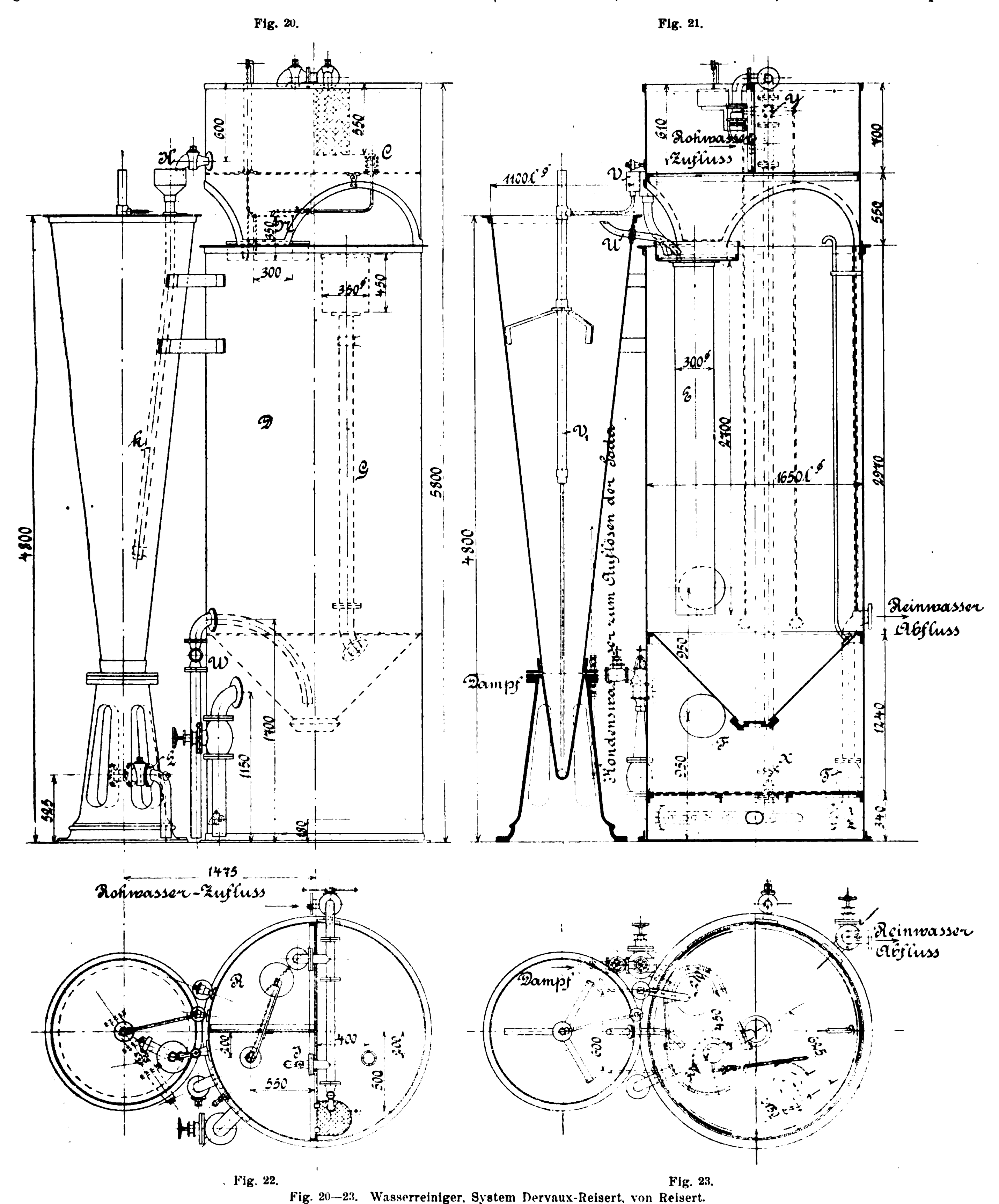


Fig. 20–23. Wasserreiniger, System Dervaux-Reisert, von Reisert.

Doppelleitung. Der eine Zweig d_1 führt durch den Ekonomiser nach einem Oberkessel jedes Kessels, der andere d geht direkt von den Pumpen in den anderen Oberkessel. Die Leitung ist mit einem Sicherheitsventil versehen.

d) *Die Abdampfleitungen.*

Die Abdampfleitungen e_2 sowohl der Hauptmaschinen als der Kondensatoren x und Pumpen u sind mit Wechselventilen ausgerüstet. Die Hauptmaschinen können — wie schon oben erwähnt — mit Kondensation, sowie erforderlichenfalls mit Auspuff arbeiten. Der Pumpenabdampf kann entweder ebenfalls ins Freie entweichen, oder geht durch *Schaffstädt*sche Vorwärmer y und h. Die ölhaltigen Kondenswässer gehen in den Oelabscheider.

Alle reinen Kondenswässer aus der Frischdampfleitung, den Wasserabscheidern i vor den Maschinen und den Hochdruckzylindermänteln werden durch eine Vorrichtung, deren Plan in Fig. 24 wiedergegeben ist, den Kesseln direkt wieder zugeführt, wodurch eine wesentliche Ersparnis bedingt ist.

e: Sammelrohr für das Kondenswasser des Niederdruckmantels,
f: Kondenswasser vom Hochdruckmantel,
g: „ „ Niederdruckmantel.

Der Laufkran im Maschinenraum.

Dieser hat eine Spannweite von 15,55 m, 10000 kg Tragfähigkeit, eine Hubhöhe von 6 m und wird vom Maschinenhausflur durch Handketten bedient.

2. Der elektrische Teil.

Die Dynamomaschinen.

Wie schon bei der Beschreibung der Dampfmaschinen erwähnt worden ist, sind die Dynamomaschinen mit diesen direkt gekuppelt, machen also 120 Umläufe in der Minute. Es kommen 6polige Nebenschlussmaschinen der bekannten U-E-G-Strassenbahntype zur Verwendung, die bei 550 Volt Klemmenspannung normal je 225 Kilo-Watt leisten. Der Anker ist mit Stabwickelung versehen, die in Nuten eingelegt ist. Zur Stromabnahme dienen Kohlenbürsten.

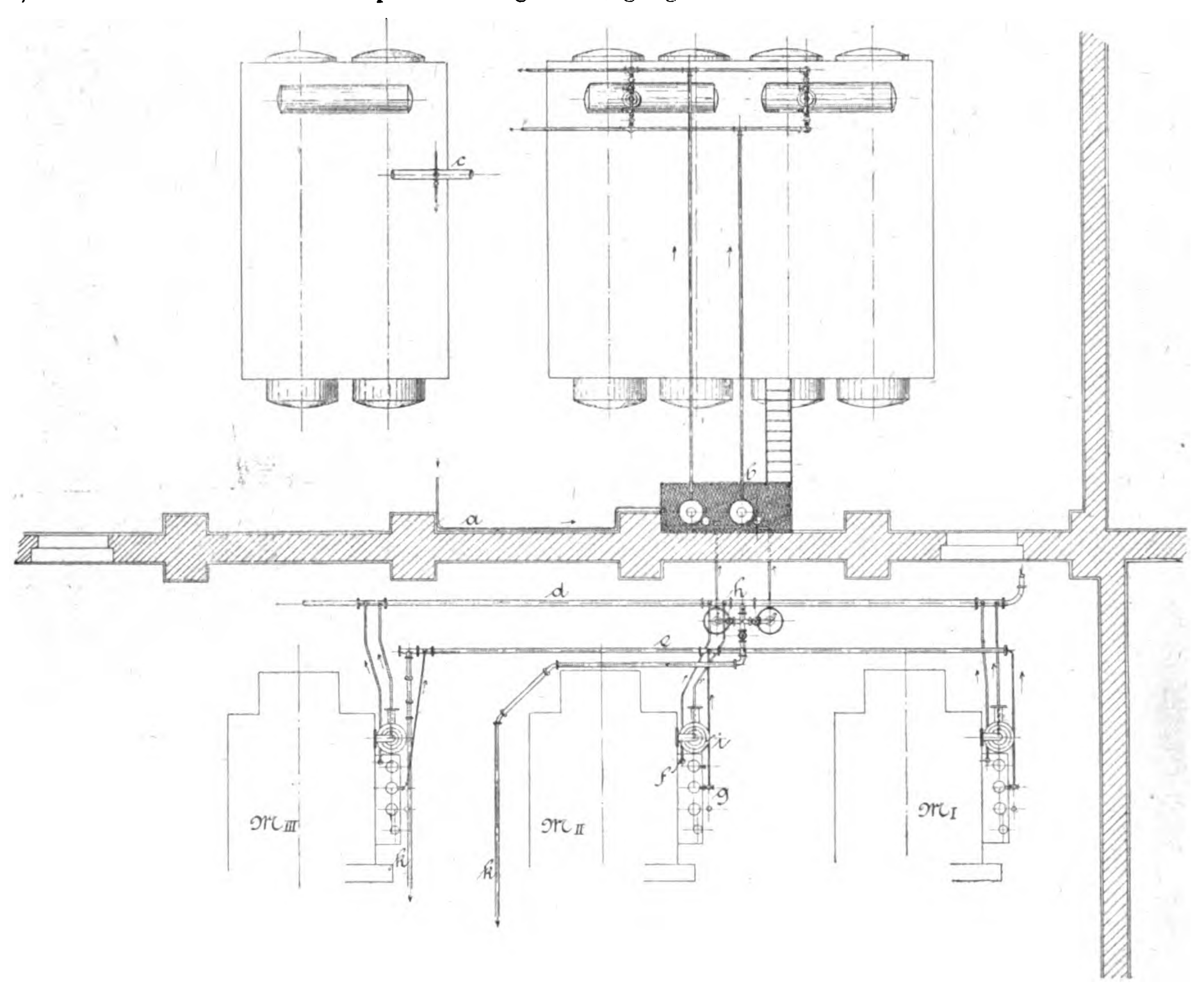


Fig. 24. Rückleitung der Kondenswässer zu den Kesseln.

Die Niederschlagwässer treten, unter dem Dampfdruck stehend, in ein Rohr d von 50 mm lichter Weite, von hier gelangen sie in zwei Sammeltöpfe h, von denen jeder einzeln absperrbar ist, und werden von dem Dampfdruck in zwei über den Kesseln im Kesselhause angebrachte Apparate b gehoben. Von hier aus werden sie durch Frischdampf direkt in die Dampfsammler zurückgeführt. Auch die Kondenswasserrückleitung g ist als Doppelleitung ausgeführt.

Um bei etwa eintretendem Versagen beider Apparate das sich sammelnde Wasser loswerden zu können, ist an die Sammeltöpfe ein Rohr k angeschlossen, das zum Brunnenwasserbassin führt. Auch das Kondenswasser aus den Niederdruckzylindermänteln wird in dieses Bassin abgeleitet.

Die Rohre sind, soweit sich dieses machen liess, unter Flur gelegt; im Maschinenraum liegen sämtliche Rohrleitungen im Keller.

In Fig. 24 bedeutet ferner:

a: Die Frischdampfleitung zu den Apparaten b,
c: Die Hauptdampfleitung sämtlicher Kessel,

Die Ankerwellen sind durch abziehbare, auf gusseisernen Fundamentplatten ruhende Aussenlagerböcke unterstützt. Die reine Nebenschlusswickelung wurde gewählt, weil die Maschinen parallel mit einer Bufferbatterie auf die Aussenstrecke arbeiten, die plötzliche Stromstösse, wie sie beim gleichzeitigen Anfahren mehrerer Wagen entstehen, aufnimmt. In diesem Fall wäre also Verbundwickelung zwecklos.

Die Bufferbatterie.

Diese ist von den *Akkumulatorenwerken Oberspree* nach dem *Majert*schen System gebaut und besteht aus 275 Elementen mit einer Kapazität von 800 Ampèrestunden bei 1stündiger Entladung. Zum Aufladen der Batterie, das etwa alle 6 Wochen erfolgt, ist eine Zusatzmaschine aufgestellt, die in Hintereinanderschaltung mit einer Dampfdynamo die Ladestromstärke der Batterie von 450 Ampère bei einer Maximalspannung beider Maschinen von 600 Volt abzugeben vermag.

Die Batterie ist in dem an das Maschinenhaus anstossenden zweistöckigen Akkumulatorenhause aufgestellt.

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 118 d. Bd.)

Pressluftthebezeuge von C. Oetling, Strehla a. d. E., ausgestellt von der *Offenbacher Druckluftanlage*.

Neben der Elektrizität findet neuerdings Druckluft als Kraftübertragungsmittel mehr und mehr Eingang im Werkstättenbetriebe. Wenn jene in erster Linie berufen scheint, umständliche und kraftraubende Transmissionsanlagen zu ersetzen, so dürfte sich die Druckluft besonders dazu eignen, Handarbeit, soweit sie in einem modernen Betriebe überhaupt noch vorkommt, überflüssig zu machen oder auf das geringste Mass zu beschränken. Daraus erklärt sich leicht, dass in Amerika Druckluft eine vorherrschende Rolle spielt, denn man sucht wegen der hohen Arbeitslöhne drüben vor allem an menschlichen Kräften zu sparen, während niedriger Preis des Rohmaterials und zweckmässigere Fabrikationsweise die Anschaffung von Arbeitsmaschinen mit verhältnismässig geringen Kosten gestatten. Je mehr die amerikanischen Grundsätze auch in europäischen Fabriken zur Geltung gelangen — und das brachte namentlich die letzte Hochkonjunktur mit sich — ein um so grösseres Arbeitsgebiet wird sich auch die bisher noch wenig beachtete Druckluft verschaffen.

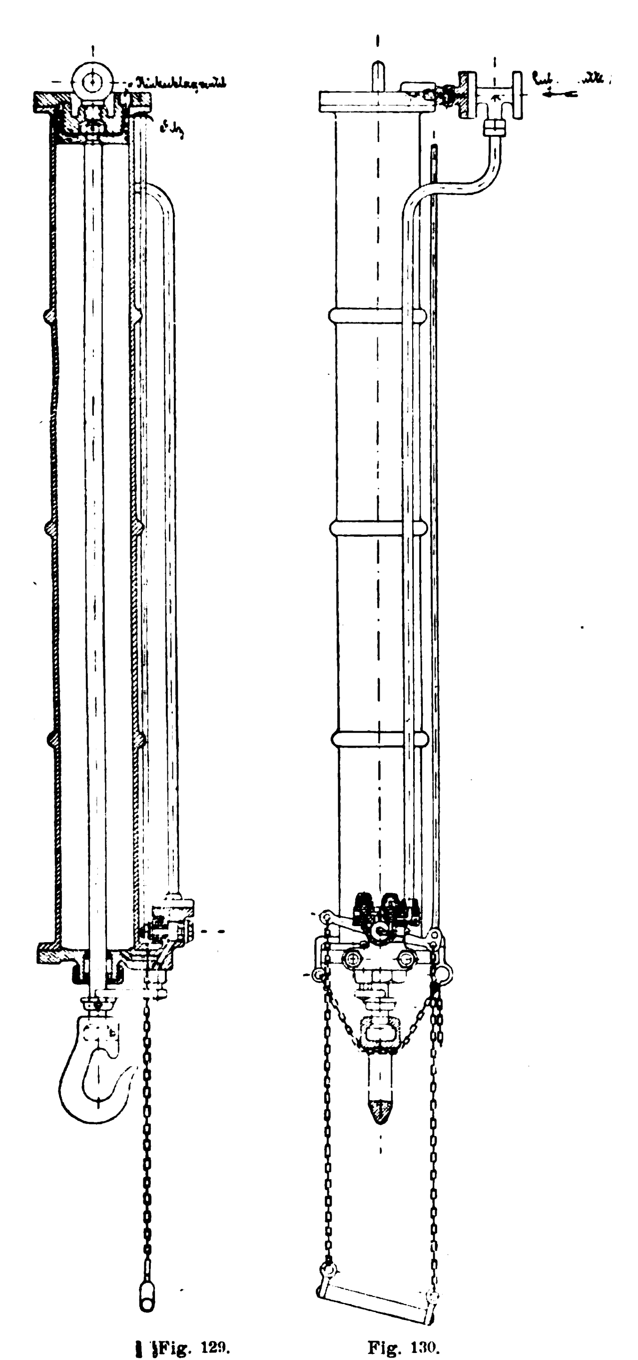


Fig. 129. Fig. 130.
Pressluftthebezeug von Oetling.

Als Vorteil gegenüber elektrischem Betriebe darf zunächst aufgeführt werden, dass die Anschaffungskosten der Primäranlage und der Arbeitsmaschinen verhältnismässig gering sind. Daher kann Pressluft für Anlagen, die nicht dauernd benutzt werden, bei denen also die Betriebskosten nicht in den Vordergrund treten, auch dann anderen Betriebskräften überlegen sein, wenn der Wirkungsgrad bei dem betreffenden Vorgang sich ungünstiger stellt. Für viele Fälle ist ferner das geringe Gewicht und der mässige Umfang der Apparate von Wichtigkeit, da sie hierdurch für den Transport besser geeignet werden. Eisenkonstruktionswerkstätten und Schiffswerften werden deshalb Druckluftwerkzeuge zweckmässig für das Behauen schon genieteter Knotenbleche, zum Bohren von Löchern u. s. w.

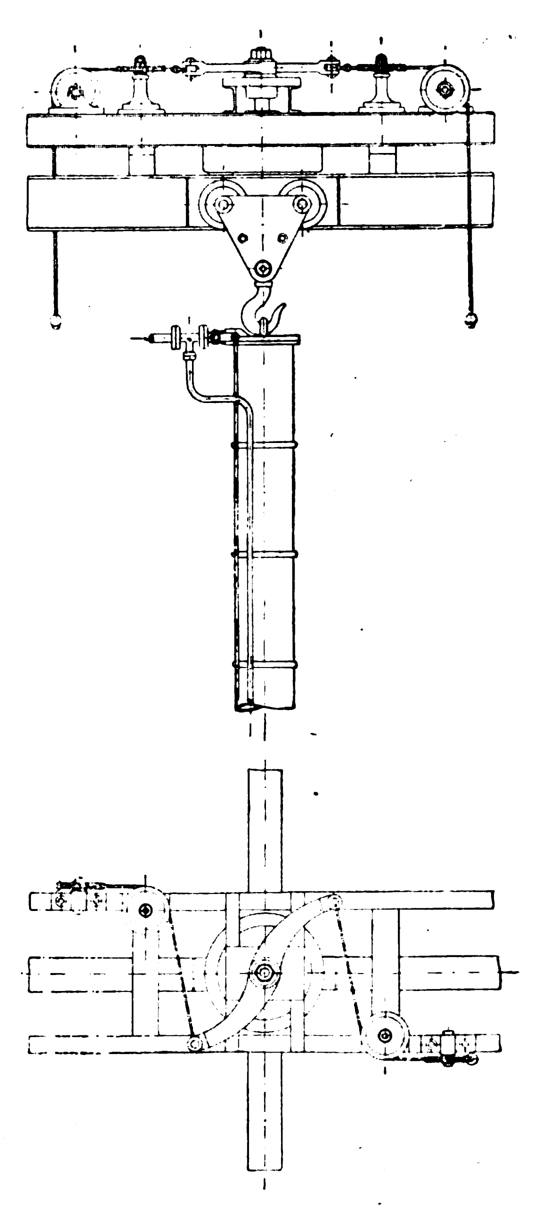


Fig. 131.
Laufkatze und Trägerweiche für ein Pressluftthebezeug.

benutzen. Besonders vorteilhaft wird Druckluft dann sein, wenn der Arbeitsvorgang ihrer natürlichen Wirkungsweise entspricht, wenn also hin- und hergehende Bewegungen auftreten, während Elektrizität für rotierende Bewegung von vornherein als die gegebene Triebkraft erscheint. Mit jeder Bewegungsänderung ist eben ein Arbeitsverlust verbunden, der indessen keineswegs immer den Ausschlag giebt, wenn die oben angeführten Gesichtspunkte sich geltend machen.

Nach diesen Grundsätzen wäre die Wirtschaftlichkeit einer Pressluftanlage zu beurteilen. Für genaueres Studium sei der Katalog von *C. Oetling* empfohlen, der ausführliche Angaben enthält.

Hebezeuge mit Pressluftbetrieb sind vor allem dann verwendbar, wenn es sich darum handelt, Lasten auf eine mässige Höhe zu heben, wie es in Werkstätten häufig vorkommt. So wird z. B.

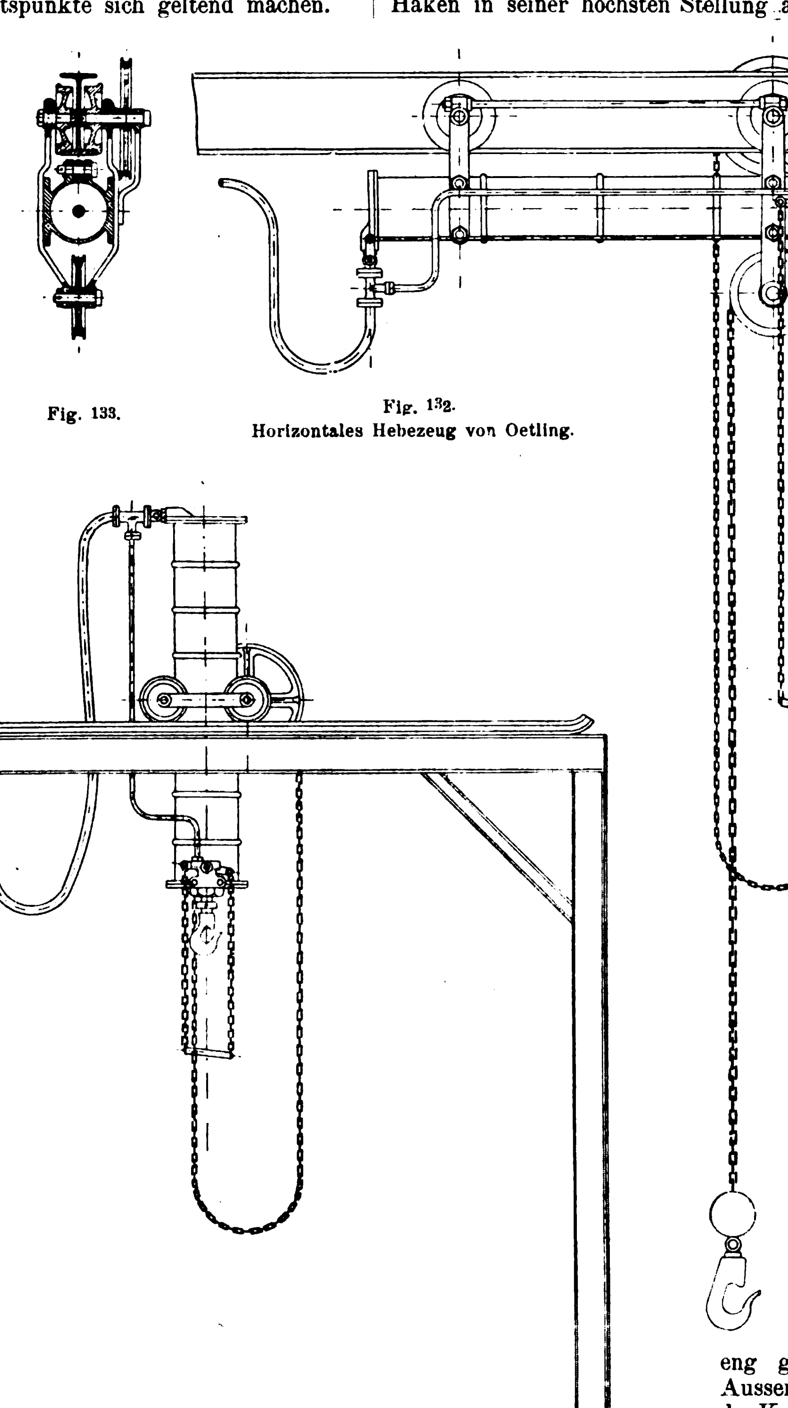


Fig. 133.

Fig. 132.
Horizontales Hebezeug von Oetling.

Fig. 134.
Bockkran mit Presslufthebezeug von Oetling.

empfohlen, in Eisenbahnwerkstätten zum Einbringen von Achsen in die Drehbänke diese Apparate zu benützen, weil damit die Zahl der Hilfskräfte und die Zeit des Einbringens erheblich verkürzt wird. Vor anderen Hebezeugen haben sie den Vorteil der Einfachheit und Billigkeit und des bequemen Transports infolge geringen Gewichtes, sowie ferner beliebig grosser Hubgeschwindigkeit, wie sie bei Hebezeugen mit Trommel unmöglich zu erreichen ist ohne sehr starke und und schwere Motoren.

Aus Fig. 129 und 130 ist die Wirkungsweise des normalen *Oetling* schen Hebezeuges leicht verständlich. Die Kolbenstange besteht aus Stahl, der Kolben aus Stahlguss, aus demselben Material ist der Zylinder gefertigt, um an Gewicht zu sparen. Die am unteren Zylinderende angebrachte Steuerung wird durch zwei Ventile gebildet, die den Zylinder mit der Druckleitung oder mit der freien Luft in Verbindung setzen und durch einen Hebel mit Handketten betätigt werden. Ist der Haken in seiner höchsten Stellung angekommen, so stösst er gegen einen Anschlag, der das Einströmungsventil schliesst.

Mit dem Druckwasser hat Pressluft den Uebelstand gemein, dass der leere oder nur wenig belastete Haken nur langsam sinkt, weil die Luft nicht schnell genug durch die Kanäle entweicht, die mit Rücksicht auf genaue Steuerung eng gehalten werden müssen. Ausserdem hindert die Reibung des Kolbens und der Stopfbüchse den Niedergang. Hier wird dieser Schwierigkeit dadurch abgeholfen, dass durch einen Hahn am oberen Zylinderende frische Pressluft über dem Kolben zugeführt, und so die Abwärtsbewegung beliebig beschleunigt werden kann. Der Hahn dient gleichzeitig dazu, den oberen Teil des Zylinders während der Hubbewegung mit der Aussenluft in Verbindung zu setzen.

Der Kolben wird durch ein in den Zylinderdeckel eingeschraubtes Rückschlagventil geschmiert, und zwar in der Weise, dass der Raum, der über dem Kolben in dessen höchster Stellung noch verbleibt, vollständig mit Oel gefüllt wird.

Am unteren Zylinderende ist eine Hilfskette angebracht,

welche den Haken hält, wenn das Hebezeug mit anhängendem Arbeitsstück auf grössere Entfernungen transportiert werden soll. Dadurch werden lange Schlauchleitungen entbehrlich. Die Kette hängt in der Regel frei herab und wird in dem angeführten Fall durch den Haken auf einen ihrem Aufhängepunkt gegenüberliegenden Ring gezogen, in dessen Verengung sich ein Kettenglied einlegt, um durch das nächste querliegende Glied festgehalten zu werden (Fig. 130).

Die normale Hubhöhe ist 1,2 m. Bis zu 5,5 m wird der Zylinder noch in einem Stück angefertigt, darüber aus mehreren Rohren zusammengesetzt.

In nachfolgender Tabelle sind nach dem Kataloge von *Oetling* für einige normale Grössen die wichtigsten Daten gegeben, wobei 1,2 m Hubhöhe und ein Ueberdruck von 6 Atm. zu Grunde gelegt wurden. Die letzte Spalte giebt den Verbrauch an Luft von atmosphärischer Spannung.

Tragkraft kg	Zylinderdurchmesser mm	Eigengewicht kg	Luftverbrauch l
250	80	62	40
1000	155	90	160
5000	344	450	780
10 000	486	670	1560
20 000	686	1140	3120

Die Aufhängung des Hebezeuges an einer einfachen Laufkatze zeigt Fig. 131, die zugleich erkennen lässt, in welcher Weise der Uebergang von einem Träger auf einen anderen, dazu rechtwinklig liegenden, bewerkstelligt wird. Dazu dient ein drehbar aufgehängtes, kurzes Trägerstück, das bei aufgefahrener Laufkatze durch einen Hebel mit Zugketten geschwenkt wird. Der Drehzapfen ist auf Kugeln gelagert. Die Laufkatze wird während der Drehung durch eine Feststellvorrichtung am Abrollen gehindert. Wird für grössere Lasten mechanische Katzenverschiebung erforderlich, so wird ein durch Haspelrad und Kette getriebenes Zahnradvorgelege eingebaut, das auf zwei Laufräder wirkt.

Wenn nur geringe Werkstatthöhe zur Verfügung steht oder grössere Hubhöhe gewünscht wird, so kann der Zylinder nach Fig. 132 und 133 horizontal gelegt werden. Der Kolben wirkt dann auf eine am Träger in einem besonderen Wagen aufgehängte lose Rolle, so dass die Hublänge sich verdoppelt. Zum Vorschub dient ein auf die Achse einer Laufrolle gesetztes Haspelrad.

Für Krane kann pneumatischer Betrieb empfehlenswert sein in solchen Fällen, wo Pressluft ohnedies zur Verfügung steht und die Vorrichtung so selten gebraucht wird, dass die Anschaffung eines elektrischen Kranes zu teuer ist. Fig. 134 gibt als Beispiel die Skizze eines Ueberladekranes für Bahnhöfe, bei dem die Last pneumatisch gehoben und die Katze von Hand verfahren wird. Natürlich wäre es nicht schwierig, auch für die Katzenverschiebung einen Pressluftzylinder einzubauen. Das geringe Eigengewicht des Hubwerkes bringt den Vorteil mit sich, dass auch das Gerüst verhältnismässig leicht wird, doch muss es unter Umständen höher gebaut werden, weil durch den herabhängenden Zylinder Hubhöhe verloren geht. Für Drehkrane, Portalkrane, Aufzüge u. s. w. ist Pressluft gleichfalls anwendbar, doch muss bei grösserem Hube die Last indirekt mit Kette oder Seil durch einen umgekehrten Flaschenzug gehoben werden.

Als Ausstellungsgegenstände von *Oetling* sind noch kleine Hebezeuge zu erwähnen, die zum Oeffnen und Schliessen unzugänglich gelegener Fenster dienen und aus beliebiger Entfernung gesteuert werden können.

Presslufthebezeug für 500 kg Tragkraft von Herm. Hartung Nachfolger, Düsseldorf-Oberbilk.

Die in Fig. 135 bis 138 wiedergegebene Ausführung von *Herm. Hartung* unterscheidet sich in einer Reihe von Punkten von der zuletzt besprochenen. Als Material für den Zylinder ist Messing gewählt und damit Wandstärke und Gewicht aufs äusserste reduziert. Gusseiserne Deckel mit eingegossenen Luftzuführungskanälen schliessen oben und unten ab, und werden von vier durchgehenden, 16 mm starken Ankern zusammengehalten, bezw. gegen den Zylinder gepresst. Im oberen Deckel ist ein mit Schraube verschliessbares

Anschluss für Rückschlagventil und Schlauch

Fig. 135. Fig. 136.

Fig. 137. Fig. 138.

Presslufthebezeug von Hartung.



Schmierloch vorgesehen. Der Kolben dichtet mit Ledermanschetten ab.

Von besonderem Interesse ist die in Fig. 139 und 140 dargestellte Steuerung. An Stelle von Ventilen benutzt *Hartung* einen in Fig. 140 mit *b* bezeichneten drehbaren Flachschieber, ähnlich dem der *Westinghouse*-bremse, der durch den Luftdruck und durch eine Feder *e* gegen die Gleitfläche gepresst wird. Gedreht wird er durch einen in den Zeichnungen nicht angegebenen Hebel, der auf dem Vierkant der Spindel *d* sitzt. Der Schieberspiegel hat drei Oeffnungen. Der Kanal *f* steht mit dem Raume über, *g* mit dem unter dem Kolben in Verbindung, *h* führt ins Freie. Die Pressluft tritt durch den Gehäusedeckel *c* ein.

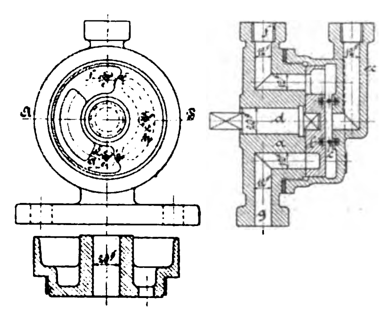


Fig. 139. Fig. 140.
Steuerschieber zum Presslufthebezeug von Herm. Hartung.

Fig. 139 giebt die Mittelstellung des Schiebers wieder, in der alle Kanäle abgeschlossen sind. Wird er nach links gedreht, so kann durch *g* Pressluft unter den Kolben treten, während gleichzeitig eine Aussparung im Schieber die Kanäle *f* und *h* miteinander in Verbindung setzt, sodass die Luft über dem aufsteigenden Kolben entweichen kann. Rechtsdrehung des Schiebers hat Kommunikation von *g* und *h* zur Folge, d. h. die Luft unter dem Kolben kann austreten und die Last senkt sich. Da aber die Ueberdeckung am Kanal *f* ziemlich gross ist, so bleibt dieser zunächst geschlossen, über dem Kolben bildet sich also ein Vakuum, das bremsend wirkt und langsames Senken erleichtert. Erst wenn der Schieber weiter gedreht wird, tritt Pressluft durch *f* über den Kolben und führt beliebig grosse Senkgeschwindigkeit herbei.

Aus Fig. 135 und 136 sind der Einbau der Steuerung und die Rohrverbindungen zu ersehen. Am oberen Ende des Zuleitungsrohres wird vor dem Anschluss der Schlauchleitung ein Rückschlagventil eingeschaltet, das bei eventuellem Platzen des Schlauches Herabfallen der Last verhindert. Gelangt der Haken in seine höchste Stellung, so stösst er gegen eine Traverse *m* und nimmt auf diese Weise den Ausrückstift *k* mit, der den Steuerhebel in die Mittelstellung dreht. Der Bolzen *l* dient nur zur Führung der Traverse.

(Fortsetzung folgt.)

Die Nachteile der modernen Getreidemüllerei und deren Beseitigung durch das Steinmetz-Verfahren.

Obschon die organische Beschaffenheit unserer hauptsächlichsten Brotfrüchte, des Weizens und des Roggens, in Büchern und Schriften in Wort und Bild genügend bekannt geworden ist, so dürfte eine kurze Vorführung derselben doch hier zum besseren Verständnis des Nachfolgenden ganz am Platze sein.

Betrachtet man das Getreidekorn aufgeschnitten, so sieht man innen den grossen, stärkehaltigen Mehlkern. Ihn umgiebt eine gelbliche, bisweilen graue oder braune, eiweissreiche Schichte, die Kleberschichte, welcher mit der sie umschliessenden, braunen eiweiss-, fett- und nährsalzreichen Schichte, der lederartigen, fast wasserdichten Samenhaut verwachsen ist. Diese Haut zieht sich nicht vollständig um den ganzen Umfang des Kornes, sondern lässt an einer Spitze eine Oeffnung frei, in welcher der Keim festliegt. Der Keim, als Träger des Lebens, enthält natürlicherweise die wichtigsten Nährstoffe, als Eiweiss, Fett und Salze in reichlicher Menge. Der bis hierher beschriebene Kern besitzt alle für den menschlichen Körper notwendigen Nährstoffe in idealer Zusammenstellung. Er ist aber noch umschlossen von drei Häutchen, welche unter sich und mit dem Kern durch eine neuerdings entdeckte, schmutzigbraune Substanz verklebt sind. Diese drei Häutchen bestehen zum grössten Teil aus Holzfaser, sind für den menschlichen Organismus unverdaulich und störend. Alle drei zusammen werden als Fruchthaut bezeichnet. Sie besitzt an der, der Keimspitze gegenüber befindlichen Spitze, bei Weizen deutlich sichtbare Härchen.

Diese äussere Haut oder Fruchthaut, ist nun auf dem Halme schon der Beschmutzung durch Staub, Regen, durch Insekten, Vögel und Würmer, dann bei der Ernte, in der Scheune, auf dem Speicher, beim Transport in Schiffen, Wagen, im offenen oder eingesackten Zustande u. s. w. der Verunreinigung durch Ausscheidungen von Mensch und Getier und durch Schimmelbildung ausgesetzt, wie wohl kein zweites, so ungemein wichtiges Nahrungsrohprodukt. Ist es darum zu verwundern, dass der Mensch instinktiv das Getreidekorn frei von der schmutzstrotzenden Fruchthaut zu geniessen verlangt und den Müller zwingt, durch die sinnreichsten und kompliziertesten Einrichtungen Mehl herzustellen, welches frei ist von dieser Fruchthaut und dem Schmutze?

Viele Mühlen begnügen sich schon, den Schmutz durch Reiben der Körner untereinander und an rauhen Flächen und Bürsten zu entfernen; aber dies genügt ja bei weitem nicht. Man bedenke bloss, wenn man schmutzige Hände an einem reinen Handtuche abreiben wollte, ob da das Handtuch nicht auch schmutzig, die Hände aber keineswegs rein werden. Genau so ist es auch beim Getreide, und deshalb sind schon viele bessere Mühlen zum Waschen des Getreides übergegangen. Bei Roggen ist jedoch dazu nur hin und wieder probeweise geschritten, aber man ist meistens davon wegen des Trocknens wieder abgekommen. Man hat als Ersatz des Waschens auch noch Schälmaschinen verwendet, welche diese Fruchthaut herunterschleifen sollen. Diese Maschinen erfüllen ihren Zweck nur unvollkommen, weil sie das Getreidekorn beschädigen und dadurch Verluste herbeiführen, denn man muss mit sehr scharfen Mitteln und starkem Druck das Getreide bearbeiten, um die aufeinander geklebten Häute von der Samenhaut herunter zu schleifen. Wenn nun die Fruchthaut vom Getreide, vor der eigentlichen Zerkleinerung desselben zu Mehl nicht vollständig entfernt ist, so ist es ganz natürlich, dass durch das Zerreiben des Kornes auf Walzenstühlen oder Mahlgängen auch die Fruchthaut zerstückelt und etwa darauf haftender Schmutz ebenfalls abgerieben wird und mit durch die Siebe in das Mehl gelangt.

Nach Professor *Heinrich*-Rostock befinden sich auf 0,1 g Getreide bis 1 800 000 Bakterien, also auf 1 Korn etwa 500 000. Bei dieser ungeheuren Anzahl ist es klar, dass die Bakterien so klein sind, dass sie unbedingt durch die feinsten Siebe, durch welche auch das reinste oder weisseste Mehl abgesiebt wird, hindurch gelangen. Dass solche Bakterien im Mehl vorhanden sind, beweist, dass Professor *Wittmack*-Berlin im feinsten Pester Kaisermehl Bärtchenhaare von den Spitzen des Getreides gefunden hat, und dass bei mikroskopischen Untersuchungen ein spezifisches Merkmal für Weizenmehle das Vorhandensein solcher Bärtchenhaare ist.

Um nun möglicht wenig von der Fruchthaut und den daran haftenden Bakterien und Pilzen, welche nach Prof. Dr. *Hofmann*-Leipzig nicht einmal durch die Backofenhitze unschädlich gemacht würden, in das Mehl zu bekommen, zieht der Müller es vor, auch die Samenhaut, welche einerseits mit der Fruchthaut verklebt, andererseits mit der Kleberschichte verwachsen ist, mit zu entfernen. Natürlich bleibt dabei ein Teil des Klebers an der Samenhaut haften. Da diese Haut braun ist, der Müller aber weisses Mehl erzeugen will, weil es erstens am meisten Gewähr gegen Verunreinigungen giebt, und weil es zweitens, das ist wohl die Hauptsache, ohne Zweifel dem Auge schön erscheint, so darf dieselbe nicht ins Mehl gelangen. Auch der nährstoffreiche Keim, der ja auch das Mehl dunkel machen würde, muss dasselbe Schicksal erleiden, wie die ebenso wertvolle Samen-

haut. Sie wandern unter die Kleie und dienen daher als Viehfutter.

Was man aber damit getan hat, beantwortet das vom kaiserlichen Gesundheitsamte herausgegebene Gesundheitsbüchlein, wie folgt:

„Da nun beim Mahlen eine vollkommene Trennung des Kornes vom Zellstoff auch mit Hilfe der vorzüglichsten Mühleneinrichtung bisher nicht möglich ist, so ist das Mehl ärmer an Eiweiss und Salzen, als das Getreidekorn“.

Nachstehende Tabelle zeigt dies bei Weizen bester Sorte:

In je 100 Teilen sind	Eiweisskörper	Salze	Fett	Kohlehydrat	Holzfaser	Wasser
Weizen . . .	14,35	1,50	2,66	65,41	3,37	12,81
Weissmehl .	12,01	0,38	0,35	74,53	0,41	12,32
Schwarzmehl	16,87	1,17	1,86	65,63	1,32	13,15
Kleie	16,15	5,68	4,52	45,84	14,69	13,12

Geringerer Weizen und Roggen erhalten vor allen Dingen etwas weniger Eiweiss, doch das Verhältnis desselben zwischen Korn, Mehl und Kleie bleibt ungefähr das Gleiche.

Aus dem früher Gesagten, dem Gesundheitsbüchlein und der Tabelle ist es kar ersichtlich, dass das weisse Mehl ärmer an Eiweiss und Salzen ist, als das Korn, dagegen ist aber die Kleie ungemein viel reicher daran geworden. Sie dient, wie schon gesagt, zum Futter unseres Viehes, das uns allerdings als Fleisch zum grossen Teil wieder zu Gute kommt. Trotzdem liegt in der Anreicherung der Kleie an Eiweiss ein gewaltiger volkswirtschaftlicher Missgriff, den nachstehende Rechnung aufklären wird.

100 kg Kleie mit etwa 15 v. H. Eiweissgehalt kosten 10 Mk.

100 kg Magerfleisch mit etwa 20 v. H. Eiweissgehalt kosten . . . . 160 Mk.

Somit kostet 1 kg Eiweiss aus Kleie $66^2/_3$ Pfennige.

1 kg Eiweiss aus Fleisch dagegen 8 Mk., also 12 mal so viel.

Deutschland gebraucht jährlich etwas mehr als 10 000 000 Tonnen (zu 1000 kg) Brotgetreide; davon wollen wir nur 20 v. H. Kleien, also 2 000 000 Tonnen rechnen. Der Eiweissgehalt daraus mit 15 v. H. ergiebt 300 000 000 kg zu $66^2/_3$ Pfennigen, also einen Wert von 200 Millionen Mark. Dieselbe Menge Eiweiss von Fleisch stellt einen Wert von 2400 Millionen Mark dar, also 2200 Millionen Mark mehr; das würde auf den Kopf der Bevölkerung etwa 40 Mk. ausmachen, mit denen er seine Freude an dem schönen weissen, aber nährwertarmen Mehle bezahlen muss.

Das zeigt nun deutlich den Weg, den wir zu verfolgen haben, nämlich: wir müssen die Nährsubstanzen in der Kleie, welche den enormen Wert darstellen, uns unmittelbar nutzbar machen und nur die für den Menschenmagen unverdaulichen und ekelerregenden Holzfaserhäute abstossen und diese wieder dem Vieh verwertbar machen.

Das ist ja nichts Neues mehr, was hier verlangt wird, was auch schon in dem früher erwähnten Satz des „Gesundheitsbüchleins“ ganz deutlich zu Tage tritt „die vollkommene Trennung des Kornes vom Zellstoff“. Diese Aufgabe haben schon wiederholt die tüchtigsten Fachleute zu lösen gesucht, jedoch trotz der sehr grossen aufgewendeten Kosten nicht oder nur unvollkommen erreicht. Die Schwierigkeiten sind auch gar keine so kleinen, wie es im ersten Augenblicke erscheinen mag, und so muss man es hoch schätzen, dass der Mühlentechniker *Stefan Steinmetz*, von dem wir schon seit geraumer Zeit Verschiedenes über Enthülsung des Getreides gehört und gesehen haben, nunmehr das Verfahren der Enthülsung soweit ausgebildet hat, dass kaum noch darin wesentliche Verbesserungen gemacht werden können. Sein Verfahren besteht darin, dass das auf bereits bekannten Sortier- und Lüftungsmaschinen von allen fremden Beimengungen befreite Getreide zunächst durch fliessendes Wasser gezogen wird, wobei alle schwereren Beimengungen, als Steine, Glas, Metallstückchen ausgeschieden werden. Das Getreide wird aus dem Wasser herausgehoben, auf einer Schleuder abgescheuert und möglichst vom Wasser befreit. Das so vorbereitete Getreide wird nun in dem eigentlichen Enthülsungsapparate geschlagen, gedrückt, gerollt und durch einen Saugwindstrom von den losgelösten Holzfaserhüllen befreit. Die durch den Saugwindstrom fortgeführten Hüllen werden durch Ablagerung in einem Zentrifugalstaubsammler oder einer Kammer wieder gewonnen. Durch das fortgesetzte Absaugen der Luft wird das Getreide während der Bearbeitung zu trocken und muss deshalb wiederholt angefeuchtet werden. Erst wenn die Holzfaser gut abgelöst ist, hört das Befeuchten auf, das Getreide wird durch den Luftstrom getrocknet und die Rauhheiten herunter gerieben. Das Getreide verlässt die Maschine trocken, glatt poliert und kann nun unmittelbar auf dem einfachsten Wege zu Mehl verarbeitet werden.

Um zu zeigen, was durch dieses Verfahren erreicht ist, soll nachstehende Vergleichstabelle dienen, deren Werte einesteils für gewöhnliches Brot gelten, bei dem vom Korne etwa 30 v. H. Kleie abgeschieden sind, andernteils sich auf *„Steinmetz* Kraftbrot“ beziehen, welches ohne jeden künstlichen Zusatz aus Mehl hergestellt ist, bei dessen Bereitung nach obigem Verfahren nur die Holzfaser, also etwa 4 v. H. abgezogen ist.

Gewöhnliches Brot nach den Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes:		*Steinmetz Kraftbrot* nach der Analyse des Herrn *Dr. Widera*, beeid. Nahrungsmittelchemiker Coblenz:	
in 100 Teilen sind enthalten:			
Eiweissstoffe . . .	6,0	Eiweissstoffe . .	12,7094
Fette	0,5	Fette	0,6467
Kohlehydrate . . .	48,0	Kohlehydrate . .	43,9499
Holzfaser	0,5	Holzfaser . . .	0,0036
Nährsalze	1,25	Nährsalze . . .	2,0984
Wasser	43,75	Wasser	40,5874

Selbstverständlich ist das hochprozentige Mehl und Brot nach dem *Steinmetz*verfahren nicht mehr weiss, aber aus dem Gutachten des Herrn *Dr. Widera* ist weiter zu entnehmen, dass alle Nährstoffe, welche im Korne sich befinden, auch in diesem Brote vorhanden sind und dessen Nährwert und Verdaulichkeit von keinem anderen Brote übertroffen werden kann.

Natürlich würde das Enthülsungsverfahren auch für die Herstellung weisser Mehle von hervorragender Bedeutung sein, da durch die Entfernung der Holzfaser und Bakterien das Mehl nicht nur gesundheitlich besser wird, sondern auch eine bedeutend höhere Ausbeute gestattet. Nachträglich dürfte noch bemerkenswert sein, dass die vermittels dieses *Steinmetz*verfahrens erhaltenen Holzfaserhüllen vom Vieh gerne verzehrt werden, wahrscheinlich weil sie reinlicher sind, als manchmal die so nährwertreichen Kleien.

Bittinger.

Eingesandt.

V. Internationaler Kongress für angewandte Chemie, Berlin 1903, 2.—8. Juni.

(Bureau: Charlottenburg, Marchstrasse 21).

Die Einladungsschreiben zur Teilnahme an dem V. Internationalen Kongress für angewandte Chemie, welchen von wissenschaftlichen und industriellen Kreisen ein lebhaftes Interesse entgegengebracht wird, kommen nunmehr zur Versendung. Der offiziellen Einladung, welche in den Sprachen deutsch, französisch und englisch abgefasst ist, liegt eine Broschüre bei, welche alle wissenswerten Mitteilungen für die Kongressteilnehmer enthält. Mit Ausnahme der Mitgliederlisten der verschiedenen, beim Kongresse vertretenen Komitees sind auch alle in der Broschüre enthaltenen Angaben in drei Sprachen verfasst.

Die Broschüre enthält ein dreisprachiges Anmeldeformular, die geschäftlichen Mitteilungen des Bureaus, eine allgemeine Tagesordnung des Kongresses, Mitteilungen des Ortsausschusses über festliche Veranstaltungen und Verkehrserleichterungen. Daran schliessen sich Bemerkungen über die Ziele dieser Internationalen Kongresse sowie ein Reglement des Kongresses. Es folgen dann die Listen der Komitees:

1. die permanente Kongress-Kommission, welche sich aus den Präsidenten der bisherigen vier Kongresse unter dem Vorsitze des Präsidenten des Berliner Organisations-Komitees, Herrn Geheimen Regierungsrates Professor Dr. *Otto N. Witt*, zusammensetzt,
2. das Organisations-Komitee des V. Kongresses, welches sich aus hervorragenden Vertretern der deutschen Wissenschaft nnd Industrie zusammensetzt,
3. das deutsche Haupt-Komitee, dem zahlreiche Vertreter der Behörden des Reiches, der Bundesstaaten, der Staats- und städtischen Behörden sowie Grossindustrielle angehören,
4. die internationale Analysen-Kommission, in welcher sich bedeutende Chemiker aller Kulturstaaten befinden,
5. die auswärtigen Organisations-Komitees, welche sich in den wichtigeren Kulturländern zur Vorbereitung des Kongresses gebildet haben,
6. der Ortsausschuss und
7. das Damen-Komitee.

Den Abschluss bilden die vorläufigen Arbeitsprogramme der 11 Sektionen des Kongresses mit ihren Präsidenten, Sekretären und Mitgliederlisten. Eine grosse Anzahl internationaler Fragen und interessanter Vorträge steht bereits auf der Tagesordnung, und es ist zu erwarten, dass der V. Internationale Kongress, welcher im Reichstagsgebäude zu Berlin tagen wird, sowohl in Hinsicht auf seine wissenschaftliche Bedeutung als auch bezüglich der geselligen Veranstaltungen sich würdig an seine Vorgänger anschliessen wird.

Zuschriften an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

Geehrte Redaktion!

In Heft 7, Jahrg. 1903, Ihres geschätzten Blattes finden wir einen sehr eingehenden Artikel über Indikatoren, der auch nach unserer Ansicht viel Richtiges und Aufklärendes enthält.

Was die Frage der Beeinflussung der Indikatorkolbenfeder durch die Wärme anbelangt, so wird dieselbe in nächster Zeit sich wohl genügend klären und werden dabei auch die verschiedensten Ansichten und Gesichtspunkte sich gegenüber stehen.

Wenn man aber bei derartigen Instrumenten im Stande ist, einen und zwar einen oft ganz unberechenbar eingreifenden Fehler zu vermeiden, hier also den durch den Wärmeeinfluss hervorgerufenen, so erscheint uns das doch bei dem heutigen Stande der Wissenschaft und Technik als eine Pflicht.

Dass ein Bedürfnis für dergleichen Indikatoren für genaue Versuche und für hohe Erwärmungen vorliegt, wird von Ihnen unter anderem ja bereits anerkannt.

Fig. 1a.

Was die von Ihnen erwähnte Anordnung der flachen Spiralfedern behufs Rückdrehung der Papiertrommeln an den *Rosenkranz*-Indikatoren anbelangt, so bemerken wir, dass wir uns bei unseren neueren Ausführungen auch der Schraubenfedern bedienen und bitten Sie, die hierauf bezügliche Abbildung 1a aus der beifolgenden Abhandlung über unsere Indikatoren in Ihrem geschätzten Blatte abdrucken zu wollen.

Was die Anhaltevorrichtung bei unseren Indikatoren anbelangt, so wird dieselbe im allgemeinen gern benutzt.

Wenn diese einfache Vorrichtung versagt, so ist in den meisten Fällen eine etwas unsanfte Behandlung daran Schuld.

Wir haben daher die Anordnung etwas kräftiger als bisher ausgebildet.

Uebrigens führen wir unsere Indikatoren *mit* und *ohne* Anhaltevorrichtung aus, da überhaupt viele Ingenieure das Aushaken der Schnur so wie so vorziehen.

Hannover, den 19. Februar 1903.

Hochachtungsvoll
Dreyer, Rosenkranz & Droop.

Wert und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase.

Zu der Abhandlung „*Wert* und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase“ teilt mir die Firma *G. A. Schultze*, Berlin SW. mit, dass die Einregulierung des Rauchgas-Analysators neuerdings nicht mehr nach der auf S. 91 u. 92 beschriebenen, etwas umständlichen Weise, sondern wesentlich einfacher geschieht. Mit Bezug auf Fig. 28, S. 90, gestaltet sich die neuerdings übliche Art der Einregulierung wie folgt:

Nachdem der Apparat nach Vorschrift in Betrieb gesetzt wurde, beobachtet man den Stand der Sperrflüssigkeit im Messrohr des Mikromanometers. In einem Zeitpunkt, in welchem die Flüssigkeit bei annähernd gleich bleibendem Kohlensäuregehalte fast stillsteht, schliesst man gleichzeitig Hahn h und f. Hierdurch bekommt man ruhende Gassäulen, da jetzt weder die Absaugevorrichtung, noch der Zug im Kessel irgend welche Einwirkung ausüben können. War nun vorher in dem einen oder anderen der beiden Standrohre Saugwirkung vorhanden, so wird sich jetzt die Flüssigkeit etwas nach rechts oder links verschieben, ehe sie ins Gleichgewicht kommt. War z. B. vorher Saugwirkung in dem Luftrohr b vorhanden, so wird die Flüssigkeit nach Schluss der beiden Hähne h und f nach rechts zurückgehen, war Saugwirkung im Rauchgasrohr a vorhanden, so wird sie nach links ansteigen; in ersterem Falle zeigte der Apparat vorher zu viel, in letzterem zu wenig CO_2 an. Um diese etwa vorhandenen unrichtigen Angaben zu beseitigen, verändert man die Oeffnung des kleinen Messingplättchens, welches in dem Lufteinlasshahn e liegt. Bei einer Oeffnung des Plättchens von 0,7 mm Durchmesser, wie sie bei Anlieferung des Apparates vorgesehen ist, wird durchweg eine Saugwirkung im Luftrohr b entstehen, die Flüssigkeit also etwas nach links heraufgezogen werden, resp. beim Schliessen der Hähne nach rechts zurückgehen. Um diese Erscheinung zu beseitigen, erweitert man mit Hilfe einer dünnen Reibahle die Bohrung im Messingplättchen etwas, probiert durch Schliessen der Hähne h und f wieder und fährt so fort, bis die Flüssigkeit an demselben Punkt stehen bleibt, gleichviel, ob mit ruhenden oder mit bewegten Gassäulen gearbeitet wird, resp. ob die Hähne h und f offen sind oder geschlossen werden.

Das *gleichzeitige* Schliessen von h und f ist unbedingt erforderlich.

Ist der Apparat einmal einreguliert, so braucht die beschriebene Einregulierung nicht wieder vorgenommen zu werden.

Köln. *A. Dosch.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 12. **Berlin, 21. März 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Hochdruck-Turbinen mit 950 m Gefälle im Elektrizitätswerk Vouvry.

In unserer Zeit des Fortschrittes gehören Wasserkraftanlagen mit 400 und 500 m Gefälle nicht mehr zu den Seltenheiten.

Der höchste in der Schweiz bis jetzt ausgenützte Fall von 600 m Höhe befindet sich in Gurtnellen bei Göschenen an der Nordseite des St. Gotthardtunnels. In Frankreich wird einem Wasserfall von 612 m Höhe motorische Kraft entzogen und zwar in Chapareillon bei Chambery. Das neue Elektrizitätswerk in Vouvry (Rhonethal) — entworfen von Ing. *Boucher* — arbeitet mit 950 m Gefälle und dürfte infolge seiner bemerkenswerten Einzelheiten Interesse bieten; wir berichten daher im nachstehenden Näheres über die Ausführung der Wasserbauten und der Turbinen dieser Anlage[1]).

Das Werk wurde als Ergänzung eines bereits bestehenden, das mit 200 m Gefälle und 1250 Sekundenliter, also mit 2500 PS Leistung arbeitet, durch die *Société des forces Motrices de la Grande-Eau Genève* ausgeführt.

Die zur Verfügung stehende Wassermenge von 346 Liter in der Sekunde wurde im ersten Ausbau auf vier 500 PS-Turbinen mit 52 Sek./l Wasserverbrauch verteilt und durch Wechselstromdynamos in elektrische Energie umgesetzt.

Das Wasser wird dem *See von Tanay* entnommen, dessen absolute grösste Höhe auf Kote 1416 liegt. Die Turbinen im Werk von Vouvry sind auf Kote 466 aufgestellt, die wirkliche Fallhöhe erreicht somit 950 m. Die Oberfläche des Sees misst 45 ha, sein Fassungsgebiet 750 ha, es könnte darin eine Jahresmenge von über 11 Millionen Kubikmeter aufgespeichert werden, was einem gleichmässigen Abfluss von 346 l i. d. Sek. entspricht. Bei einem Gefälle von 950 m und einem Wirkungsgrad von 75 v. H. für die Turbinen kommt auf ein Sekundenliter eine Leistung von 9,5 PS; trägt man den Druckverlusten und der Verminderung des Gefälles durch Senkung des Seespiegels Rechnung, so kann man in runder Ziffer 9 PS setzen. Die Normalkraft des Gefälles für eine regelmässige Beaufschlagung mit 346 l wäre demnach 346 . 9 = 3114 PS.

Die Ableitung des Wassers aus dem See von Tanay liegt auf Kote 1390, d. h. 20 m unter dem gewöhnlichen Stand und 26 m unter Höchststand. Die Wasserentnahme wird durch einen auf dieser Höhe liegenden Staudamm bewirkt, der jedoch keinerlei Oeffnungen besitzt. An die Wehrmauer schliesst sich ein Wasserschacht von 30 m Tiefe an, der die überfallenden Wassermengen auffängt. Von diesem Schacht zweigt ein Tunnel mit schwachem Gefälle ab. Er ist am oberen Ende durch eine Mauer mit eingelegten eisernen Balken abgeschlossen, die von fünf Röhren in drei Lagen übereinander durchbrochen wird. Das oberste Rohr mit 0,80 m Durchmesser hat zwecks Reinigung abnehmbaren Verschluss. Darunter liegt ein engeres Rohr von 0,10 m Lichtweite mit Hahnenschütze, zu unterst befinden sich drei Gussrohre von 0,40 m Durchmesser, auf der Schachtseite mit einer verschliessbaren Pfeife versehen, über welcher ein gusseiserner konischer Verschluss an einer Kette aufgehängt ist. Wird letztere nachgelassen, so legen sich die Verschlusskolben auf die Pfeifen und der Wasseraustritt vom Sammelschacht in den Tunnel ist abgeschlossen.

Beim Höchststand des Wasserspiegels müsste ein Druck von über 3 t zur Hebung eines Verschlusses aufgewendet werden, wenn nicht Gegendruck vorhanden wäre; letzteren liefert das bereits bezeichnete Rohr von 0,10 m Lichtweite. Das Tunnel zur Wasserableitung hat 300 m Länge und 3 × 3 m quadratischen Querschnitt. Etwa 30 m vom Auslauf entfernt zweigt ein zweiter Tunnel von 100 m Länge als Freilauf ab.

Zur selbsttätigen Regelung des Wassereintrittes im Zulaufrohr zum Werk befindet sich unterhalb der Abzweigungsstelle der beiden Tunnels eine Einlassvorrichtung. Sie besteht aus zwei Röhren von 0,40 m Durchmesser mit beweglichen Schützen und einem dritten Rohr, das mit Reinigungsschütze versehen ist. Unterhalb dieser Abzweigung befindet sich eine kleine Staumauer, die einen Wasserbehälter bildet. Sobald die Turbinen arbeiten, fliesst Wasser durch die Rohrleitung ab, die Wasserhöhe sinkt, die Schwimmer der Schützen senken sich ebenfalls, öffnen und lassen Wasser zur Beaufschlagung gelangen. Umgekehrt steigen die Schwimmer wieder und der Wasserzufluss wird abgesperrt, sobald das Werk kein Wasser mehr benötigt.

Um den Seespiegel zu senken oder eine Ueberschreitung des Höchststandes zu verhindern, werden die Gegengewichte der Schwimmerschützen belastet; sollte auch dies noch nicht ausreichen, so öffnet man die Freilaufschütze und das Wasser fliesst durch den Leerschusstunnel ab.

Rohrleitung. Das gemauerte hintere Ende des Tunnels für die Wasserableitung ist mit einer kleinen Kiesschütze versehen; hieran schliesst sich ein Rohr von 0,80 m Durchmesser und 100 m Länge, sodann folgt ein 300 m langer Tunnel, von dem wiederum eine Rohrleitung mit 0,80 m Durchmesser und ungefähr 5 v. H. Gefälle abzweigt, die nach Verlauf von 1200 m in drei zum Werk hinabführende Röhren von je 0,50 m Durchmesser mündet. Eine der letzteren ist dauernd in Verwendung, die beiden andern sind geschlossen und werden nur nach Massgabe des Kraftbedarfes benützt. *An dieser Zweigstelle* beträgt der Druck nur 21 m, steigt von hier ab jedoch sehr rasch an. Um einen etwaigen Rückstau im Ablauf unschädlich zu machen, wurde dort eine selbsttätig wirkende Sicherheitsvorrichtung angebracht, bestehend aus einem oben offenen Standrohr von 25 m Höhe und 0,40 m Weite, welches die Heftigkeit der Wasserstösse verringern soll.

Die Rohrleitung hat innerhalb der Gesamtlänge von 1940 m 900 m Gefälle. Auf 635 m Länge ist die Leitung 0,50 m weit und ansteigend 7 bis 11 mm stark, sie geht in eine Doppelleitung über, deren jeder Zweig mit einer Schütze versehen ist und wiederum den Anschluss für eine Rohrleitung von 1300 m Länge und 0,341 m äusserem Durchmesser giebt; die Wandstärke der letzteren steigt von 8 auf 18 mm. Die Hochdruckrohre sind aus Siemens-Martin-Stahl ohne jede Vernietung gefertigt, die weitesten von Hand geschweisst, die übrigen auf Maschinen gewalzt.

[1]) Ing. *A. Dumas*, Le Génie civil v. 18. Oktober 1902.

Die Leitung selbst ist 1,50 m unter Tag verlegt, um sie gegen Frost zu schützen.

Jedes Leitungsrohr wurde in der Werkstatt mit 50% über den Normaldruck geprüft, wobei das Material nicht höher als mit 7,5 $^{kg}/_{qmm}$ beansprucht war, obgleich der Druck im unteren Teil der Rohrleitung die aussergewöhnliche Höhe von 95 $^{kg}/_{qcm}$ erreicht.

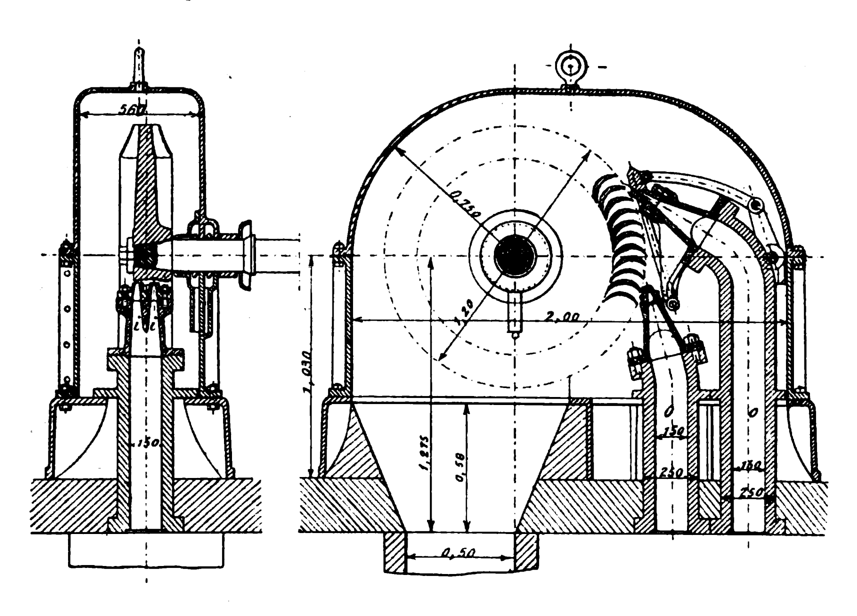


Fig. 1. Fig. 2.

Das durchaus in Eisen und Backsteinmauerwerk ausgeführte *Motorenhaus* hat 66 m Länge und 14 m Breite, es bietet Raum für 20 Maschinengruppen von je 500 PS.

Die Rohrleitungen und Schützen für die Turbinen sind in das Untergeschoss des Gebäudes verlegt. Hinter der Abstellschütze des Zuleitungsrohres befindet sich noch eine zweite Schütze, die nicht von Hand, sondern durch Wasserdruck mittels eines beim Schaltbrett aufgestellten Ausschalters bewegt wird.

Von der Schütze ab teilt sich die Rohrleitung in zwei Stränge, von denen jeder eine Turbinengruppe speist. Eine dieser Abzweigungen beaufschlagt auf der rechten Seite zwei von den Konstruktionswerkstätten in Vevey gebaute Turbinen, während der andere Rohrstrang auf der linken Seite zwei von *M. Duvillard* in Lausanne gebaute Turbinen versorgt.

Die Turbinen sind im wesentlichen „Peltonräder". Auf einer vollen Gusscheibe tragen die Räder angegossene, schalenartig geformte Schaufelchen (Fig. 1 und 2). Die letzteren sind mit der Scheibe nur an einer Seite verbunden, die Zelle ist somit nach drei Seiten offen.

Jede Turbine reicht für eine Beaufschlagung von 52 l und eine Leistung von 500 PS aus. Sie werden je durch zwei Düsen beaufschlagt, die in der Ausführungsform zwei Strahlapparate darstellen und zwar einen feststehenden o und einen regelbaren o^1 (Fig. 2). Das zweite, feststehende Mundstück wurde nur mit Rücksicht auf die bei solch hohem Druck unausbleibliche starke Abnützung angebracht. Es war beabsichtigt, die Ingangsetzung mittels der regelbaren Düse zu bewerkstelligen und dann, wenn der normale Gang erreicht ist, ohne jede Regelung mit dem feststehenden Mundstück allein zu arbeiten, das weniger Abnützung befürchten liess, da es keine beweglichen Teile enthält. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass diese Vorsichtsmassregel überflüssig war und die Abnützung der Turbinen und Mundstücke weit mehr von den im Wasser enthaltenen Fremdkörpern, als von der grossen Wassergeschwindigkeit verursacht wird.

Jeder Leitapparat enthält zwei konvergente Ansatzröhren i und i_1 (Fig. 1). Jede zur Beaufschlagung einer Turbine dienende Leitung von 0,15 m Weite trägt zunächst eine von Hand bewegliche Hahnenschütze, die sich alsdann in zwei Arme teilt, wovon jeder einen Leitapparat versorgt.

Das in jede Leitung eingebaute Kolbensicherheitsventil wird von der Schaltwand aus mittels Wasserdruck betätigt. Die Turbinen sind auf die Achsen der entsprechenden Dynamomaschinen aufgesetzt, der Raddurchmesser ist 1,20 m, die Geschwindigkeit 1000 Umgänge in der Minute.

Regulatoren. Die Regulatoren dieser Turbinen sind sehr sinnreich konstruiert. Nachstehend geben wir die Beschreibung der von *Duvillard* gebauten wieder. Dieser Regulator (Fig. 3 und 4) wird von der zugehörigen Turbine durch Riemen cc angetrieben und wirkt durch ein Hebelwerk und Gestänge t auf die Zungen der regelbaren Leitapparate ein. Die Riemengeschwindigkeit wird durch die Scheibe P auf eine wagerechte Welle und von dieser durch ein Kegelräderpaar auf eine stehende Welle, auf der ein kleiner Exzenter e sitzt, übertragen. Mit dem oberen Ende der stehenden Welle ist ein in Kugellager laufendes Tachometer verbunden, das die Hülse d eines flachen, in Form eines Parallelogramms aus Stahl gefertigten Hebelarms l bewegt, dessen Ausleger fein gezahnt sind. Der Exzenter e erteilt der Hülse und infolgedessen dem Hebelarm l eine schwingende Bewegung in wagerechtem Sinne. Der Hebel l befindet sich in einem aus Stahl gefertigten Rahmen ff, welcher den Exzenterbewegungen einen leichten Spielraum lässt und durch Hebel mit den Drehpunkten m, n, o mit dem Gestänge t verbunden ist. Sobald die Tachometerkugeln ihre Stellung ändern, hebt oder senkt sich die Hülse und nimmt den Hebel l mit.

Da dieser sich frei in dem ihn umgebenden Rahmen bewegt, so stösst er mit einer der schrägen Flächen gegen letzteren, schiebt ihn in der einen oder anderen Richtung und wirkt so durch das Gestänge auf die Zunge des Mundstückes der Leitapparate ein. Da die schrägen Flächen des

Fig. 3.

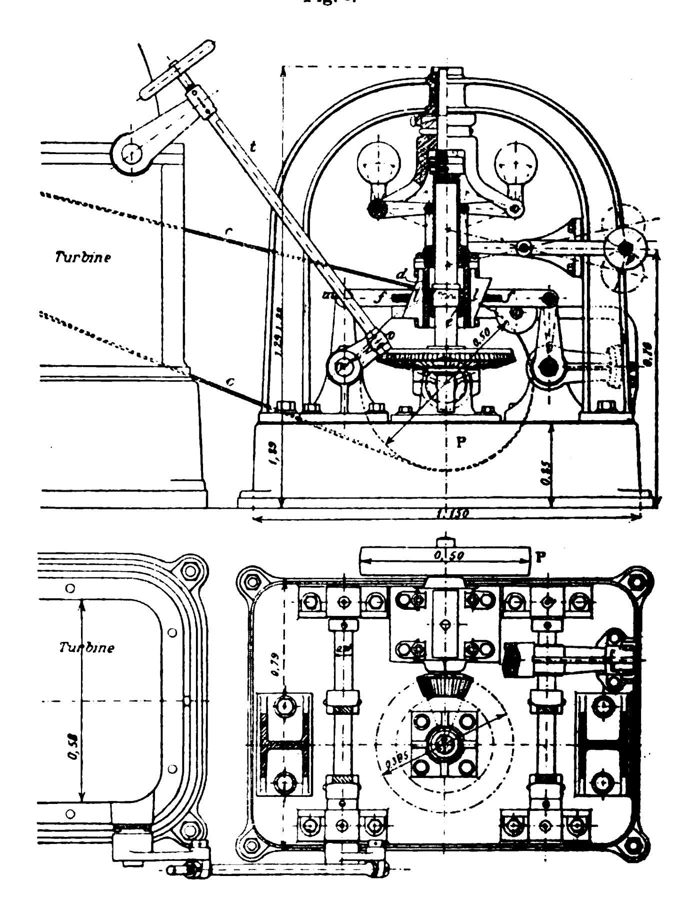


Fig. 4.

Hebels l der Exzenterbewegungen wegen immer nur auf kurze Zeit an dem Rahmen anliegen, so ist die Beweglichkeit des Tachometers nicht beeinflusst. Es arbeitet somit voll-

ständig frei und die Geschwindigkeit des Oeffnens oder Schliessens der Abschützung wird vollständig von der Turbine bestimmt und geregelt.

Dynamomaschinen. Wie die Turbinen, so sind auch die Alternatoren durch zwei verschiedene Firmen geliefert worden. Die Turbinen der Konstruktionswerkstätten in Vevey betreiben Dynamomaschinen von *Brown, Boveri & Co.* in Baden (Schweiz), diejenigen von *Duvillard* solche der *Elektrizitätsgesellschaft* in Genf. Alle Alternatoren erzeugen einphasigen Wechselstrom von 60 Ampères mit einer Spannung von 5500 bis 6000 Volt und einer Stromverteilung von 50 Perioden in der Sekunde.

Der Gang der Maschinen ist vollständig geräuschlos, was sowohl der wohldurchdachten Anordnung, als auch der gut durchgeführten Ausgleichung aller rotierenden Teile zuzuschreiben ist.

Die Aufstellungskosten stellten sich einschliesslich der Erwerbung der Wasserkraft ungefähr auf 640 000 Mk., was bei 2000 PS-Leistung 320 Mk. für die Pferdekraft ergiebt. Um weitere 2000 PS zu erzielen, ist das Verlegen einer zweiten Rohrleitung von 0,341 m Durchmesser und die Einsetzung von vier neuen Maschinengruppen notwendig. Die Kosten hierfür sind auf 240 000 Mk. berechnet. Es kämen somit 220 Mk. auf jede der ersten 4000 PS. Nach Massgabe der Ausdehnung der Anlage wird sich schliesslich der Durchschnittspreis für die Pferdekraft verhältnismässig verringern, da die Ableitung des Wassers und der obere Teil der Kanalisation für 10 000 bis 12 000 PS ausgeführt ist.

Wilh. Müller, Cannstatt.

Die Reaktionstürme und ihre Anwendung in der chemischen Technik.

Von Dr. **Gustav Rauter.**

In der chemischen Technik spielen die Reaktionstürme in ihren verschiedenen Abarten und ihren verschiedenen Anwendungsweisen eine grosse Rolle. Im wesentlichen bestehen diese Türme aus einem zylindrischen oder auch prismatischen Körper, der meist mit irgend einer Füllung ausgesetzt ist, und der von oben nach unten von Flüssigkeiten, von unten nach oben aber von Gasen durchströmt wird. Die Namen Kondensturm, Kühlturm, Plattenturm, *Glover*, *Gay-Lussac* u. s. w. bezeichnen einige der hierher gehörigen Systeme.

Wenn wir den Zweck dieser Türme ins Auge fassen, so ist er nicht immer gleicher Art, obschon dies weder in der Praxis, noch in der Theorie stets klar erkannt worden ist. Der einfachste Fall ist der, dass die den Turm berieselnde Flüssigkeit bestimmt ist, die ihn durchstreichenden Gase zu absorbieren, ohne dass dabei eine ins Gewicht fallende Wärmeentwickelung sich geltend macht. So sind die *Gay-Lussac*-Türme dazu bestimmt, die aus den Bleikammern der Schwefelsäurefabriken entweichenden salpetrigen Gase zu absorbieren, indem diese darin mit einem Strom von Schwefelsäure in Berührung gebracht werden. Was aus dem Turm entweicht, sind dann bei ordnungsgemässem Arbeiten dieser Vorrichtung nur indifferente Gase, nämlich Stickstoff und eine gewisse Menge Sauerstoff.

Zweitens kommen Türme in Betracht, die ebenfalls den Zweck haben, die Absorption von Gasen durch Flüssigkeiten zu vermitteln, wobei aber eine verhältnismässig stärkere Menge von Wärme frei wird. Hierher sind die Kondensationstürme für Salzsäure zu rechnen, falls in ihnen noch mit stärkeren Salzsäuregasen gearbeitet wird, und falls sie nicht etwa ausschliesslich dazu dienen, nur die letzten Reste von Salzsäure aus den Abgasen der betreffenden Anlage aufzunehmen.

Drittens kämen solche Türme in Betracht, in denen die in sie einströmenden Gase eine gewisse, mehr oder weniger grosse Wärme besitzen und diese derart an die Flüssigkeit abgeben, dass ein Teil davon verdampft wird. Derartige als Verdampfer wirkende Türme vermitteln indessen meist nebenbei auch noch gewisse andere, chemische Einwirkungen zwischen Gas und Flüssigkeit. Hierher gehört z. B. der *Glover*turm, der in der Schwefelsäureindustrie eine den *Gay-Lussac*turm ergänzende grosse Rolle spielt, indem Salpetersäureverbindungen enthaltende Schwefelsäure auf ihn aufgegeben wird. Diese Schwefelsäure wird durch die ihr entgegenströmenden, heissen, aus den Röstöfen entweichenden Gase einerseits von der Salpetersäure befreit, die sich verflüchtigt und in die Bleikammern eintritt; andererseits wird das in ihr enthaltene Wasser auch zu einem grossen Teile verdampft, so dass der Turm nicht nur einen Teil des für die Bleikammern benötigten Wassers in Dampfform in diese einführt, sondern auch noch in erheblichem Masse als Konzentrationsapparat für Schwefelsäure wirkt; die sogenannte *Glover*säure ist auf diese Weise eingedampfte und bei dieser Gelegenheit stark mit Flugstaub verunreinigte Schwefelsäure.

Aehnlich wie diese *Glover*türme wirken auch die *Denitrier*türme, bei denen gleichfalls die den Turm durchfliessende Schwefelsäure von beigemischter Salpetersäure befreit wird, nur mit dem Unterschiede, dass hierbei kein Eindampfen der Schwefelsäure stattfindet, indem statt heisser Röstgase Dampf in die Türme eingeblasen wird, wodurch die Schwefelsäure einerseits verdünnt, andererseits von Salpetersäureverbindungen befreit wird.

Was die Beschaffenheit der in die Reaktionstürme eintretenden Gase und Flüssigkeiten anbetrifft, so sind diese entweder von festen Bestandteilen frei, oder aber, und dies ist das Gewöhnliche, mit solchen mehr oder weniger stark verunreinigt. So z. B. enthalten die in den eben besprochenen *Glover*turm eintretenden Gase grosse Mengen an Flugstaub, während die auf ihn aufgegebene Schwefelsäure mehr oder weniger Schlamm enthält. Der Flugstaub setzt sich teils im Innern des Turmes fest, teils mengt er sich der ihn durchfliessenden Schwefelsäure bei, während der Schlamm der Schwefelsäure teils durch den Turm hindurchgeführt wird, teils in ihm sich niederschlägt.

Im wesentlichen können wir danach die Reaktionstürme in drei Klassen einteilen, nämlich in solche, in denen eine Wärmeentwickelung oder Absorption nicht stattfindet, ferner in solche, in deren Innerem eine mehr oder weniger grosse Menge von Wärme entwickelt wird, die aber dem weiteren Fortschritte der betreffenden Reaktion hinderlich ist und demgemäss nach Möglichkeit durch Kühlung beseitigt werden muss, und drittens in solche, denen absichtlich Wärme zugeführt wird, um hier verdampfend oder die gewollte chemische Umsetzung befördernd zu wirken. Ferner müssen wir auch noch darauf Rücksicht nehmen, ob die Flüssigkeiten und Gase staubfrei sind oder mehr oder weniger Schlamm enthalten. Auch lediglich zu Eindampfzwecken allein — ohne chemische Umsetzungen erzielen zu wollen — werden mitunter Reaktionstürme benutzt; jedoch geschieht dies nur selten, da hier anderweitige Eindampfvorrichtungen grössere Vorteile bieten.

Während in Bezug auf die Wärmeverhältnisse neutrale Türme und solche, die mit staubfreien Gasen und Flüssigkeiten gespeist werden, zu den Seltenheiten gehören, müssen in der Praxis die zu konstruierenden Türme meist entweder für den Betrieb mit heissen Gasen oder für die möglichst schnelle Ableitung in ihnen entstehender Wärme eingerichtet sein. Auch muss in ihnen sich ablagernder Staub oder Schlamm von Zeit zu Zeit — etwa durch Ausspülen — entfernt werden können.

Während für die Türme, bei deren Betrieb die Wärme keine Rolle spielt, das Verhältnis von Turmoberfläche zum Turminhalt beliebig sein kann, so darf für diejenigen Türme, in denen Wärme ausgenutzt werden soll, dieses Verhältnis nicht zu gross sein, während umgekehrt für die Türme, von denen zugleich eine kühlende Wirkung verlangt wird, dies Verhältnis möglichst gross sein soll. Man wird deshalb z. B. *Glover*türme für den Schwefelsäurebetrieb nicht zu klein im Durchmesser halten, dagegen Kondensationstürme für

Salzsäure von so geringem Durchmesser machen müssen, wie es irgend zulässig ist.

Was die Höhe der Türme anbetrifft, so ist im allgemeinen eine möglichst grosse Höhe für die Bürgschaft einer möglichst vollständigen Wechselwirkung zwischen Flüssigkeiten und Gasen erwünscht, da man nur bei genügender Turmhöhe annehmen kann, dass genügend viele Gasteilchen auch mit genügend vielen Flüssigkeitsteilchen in Berührung gekommen sind. Dagegen sind natürlich andererseits Türme von zu grosser Höhe schwieriger zu bauen und namentlich auch schwieriger zu reinigen, als niedrige Türme, sodass man es öfters vorzieht, an Stelle eines höheren Turmes zwei oder mehrere kleinere Türme hintereinander zu schalten. Namentlich dann, wenn die Art des Betriebes derartig ist, dass sich viel Schlamm in den Türmen absetzt, man dementsprechend die Türme also öfters ausnehmen und wieder neu füllen muss, wird man nicht gerne mit der Turmhöhe weiter gehen, als es unbedingt nötig ist.

Wegen der Dicke und Natur der Turmwandungen gilt dasselbe, was vorhin von dem Verhältnis der Turmoberfläche zum Turminhalt gesagt ist. Da, wo es sich um Zusammenhaltung der Turmwärme handelt, wird man die Wände des Turmes so dick machen dürfen, wie es deren Baustoff irgend erfordert oder zulässt, während man bei zu kühlenden Türmen die Wandungen möglichst dünn zu halten hat.

Hinsichtlich der Gestalt der Füllkörper, mit denen man die Reaktionstürme aussetzt, herrscht die grösste Mannigfaltigkeit, die man sich denken kann; Füllkörper von allen möglichen, regelmässigen und unregelmässigen Formen, sowie auch Türme ohne Füllung kommen in den verschiedenen, wie auch oft in gleichen Betrieben nebeneinander vor. Man hat Turmfüllungen in sehr vielen Fällen ganz ohne Rücksicht auf den Zweck der Türme konstruiert, vielfach nur, um etwas Neues vorschlagen zu können, ohne Rücksicht darauf, ob dieses Neue auch irgend welche Vorzüge besässe. Man wird im allgemeinen folgende Anforderungen an ein gutes Füllmaterial für chemische Reaktionstürme stellen können. Zunächst muss eine chemische Wechselwirkung zwischen dem Füllmaterial und dem Turminhalt ausgeschlossen sein, mit Ausnahme derjenigen Fälle natürlich, in denen sogenannte katalytische Wirkungen in Frage kommen. Aus diesem Grunde sind Koke z. B. nicht überall zu empfehlen, da diese einmal von manchen Flüssigkeiten mehr oder weniger stark angegriffen werden, und da sie namentlich auch in heissgehenden Türmen insofern Gefahren mit sich bringen können, als sie unter Umständen bei unterlassener Berieselung des Turmes durch die in sie eintretenden heissen Gase in Brand gesetzt werden können, falls diese genügend Luftsauerstoff enthalten.

Ferner muss das Verhältnis der Oberfläche der einzelnen Füllkörper zu ihrem Inhalt, sowie zum Gesamtinhalt des Turmes möglichst gross sein, um eine möglichst grosse Berührungsfläche zwischen den den Turm durchfliessenden Flüssigkeiten und Gasen zu schaffen. Dabei müssen ferner die Füllkörper so verteilt sein, dass die Zwischenräume zwischen ihnen eine solche Gestalt haben, dass die Gase nur möglichst kurze Strecken geradenwegs zwischen ihnen hindurchstreichen können und möglichst oft genötigt sind, an festen Flächen anzuprallen und so ihre Richtung zu ändern. Ebenso soll auch der Flüssigkeit möglichst oft Gelegenheit gegeben werden, von einem Füllkörper herabzutropfen, eine kurze Strecke im freien Fall zurückzulegen und dann wieder auf einen anderen Füllkörper aufzuschlagen, um dort nach Möglichkeit zu zerstäuben. Ebenso wie grössere Massen an Füllkörpern unnütz sind, weil sie den Reaktionsraum ohne Schaffung einer entsprechenden Oberfläche vergrössern, so sind andererseits auch grössere freie Gasräume unnütz, weil sie einen zu schnellen Durchzug der Gase durch das System erlauben, ohne diesen genügend Gelegenheit zu geben, entweder durch einen Sprühregen von Füssigkeit hindurchzubrechen oder mit einer möglichst grossen Oberfläche mit Flüssigkeit benetzter fester Körper in Wechselwirkung zu treten.

Für den Querschnitt der Türme kommen nur die rechteckige und die kreisrunde Form in Frage; jedoch dürfte letztere ein weitaus grösseres Anwendungsfeld haben, als jene. Die runde Form hat auch im allgemeinen den Vorzug, dass sich nicht so leicht in ihr tote Räume bilden können, wie solche an den Ecken eines Quadrates naturgemäss leicht auftreten.

Was den Ein- und Austritt der Gase und Flüssigkeiten in dem Turm anbetrifft, so fliessen die Flüssigkeiten durch irgend welche hydraulischen Verschlüsse an möglichst zahlreichen Stellen des oberen Bodens auf diesen auf und fliessen unten am besten ebenfalls wieder durch einen hydraulischen Verschluss ab. Die Gase treten dagegen gewöhnlich unten durch ein seitlich angebrachtes Rohr ein, oben durch ein ebenso angebrachtes Rohr wieder aus.

Wir wollen nun im Folgenden eine Anzahl der in der chemischen Industrie gebräuchlichen oder für ihre Zwecke vorgeschlagenen Kondenstürme betrachten und bemerken von vorneherein, dass, da deren Zahl sehr gross ist, eine unbedingte Vollständigkeit bei der Aufzählung von Kondensturmkonstruktionen sich nicht gewährleisten lässt, zumal öfters Konstruktionen vorgeschlagen sind, die in der Praxis entweder gar keine oder eine sich nur auf den Betrieb des Erfinders erstreckende Anwendung gefunden haben.

Wir wollen nun zunächst die Formen der einzelnen vorgeschlagenen Füllkörper uns vorführen und zwar vorläufig im allgemeinen ohne Rücksicht auf das Material, aus dem sie hergestellt werden sollen, dagegen mit besonderer Berücksichtigung des Oberflächenverhältnisses der Turmfüllung zum Inhalt der Füllkörper selber und zum ganzen Rauminhalt der betreffenden Türme. Hernach wollen wir zur Besprechung einiger Turmkonstruktionen mit Rücksicht auf ihre praktische Anwendung und auf das in ihnen zur Verwendung kommende Material übergehen.

1. Kugelfüllung.

Unter den einzelnen Füllkörpern, mit denen man Kondenstürme auszusetzen pflegt, ist zunächst die Füllung mit Kugeln zu besprechen, da einmal diese Art der Füllung in ihrer Wirkungsweise der Berechnung am meisten zugänglich ist, und da andererseits die Kugelform auch als erste Form der Annäherung betrachtet werden darf, wenn man die Wirkung von manchen anderen Füllmitteln, wie Kies, Koksstücken u. s. w. berechnen will.

Füllt man in einen gewissen Raum Kugeln so ein, dass sie sich ihrer Natur entsprechend lagern können, ohne dass die Wände des Raumes die Lagerung stören, d. h. vernachlässigt man die Abmessungen des betreffenden Raumes gegenüber denen der Kugeln, indem man jenen als praktisch unendlich gross annimmt, so werden sich die Kugeln derart lagern, dass jede von ihnen seitlich von sechs anderen, oben und unten von je drei anderen Kugeln berührt wird. Fig. 1 bis 3 zeigen derartig aufgefüllte Kugeln im Grundriss und in zwei senkrechten Schnitten. Aus dem Grundriss Fig. 1 ersehen wir, wie die eine Kugelschicht O_1 bis O_{11} von der zweiten Kugelschicht O_{12} bis O_{18} überdeckt wird[1]). Dabei kommen immer die Mittelpunkte der oberen Kugeln über die Mittelpunkte je einer Reihe der aus Kreisbogenstücken zusammengesetzten Dreiecke (Zwickel) zu liegen, die im Grundriss die Zwischenräume zwischen je drei Kugeln der unteren Schicht bilden.

In Fig. 2 ist ein senkrechter Schnitt durch fünf derartig übereinander liegende Kugelreihen nach OR dargestellt, unter der Annahme, dass die Mittelpunkte der dritten Kugelschicht sich über den Punkten I, B u. s. w. der Fig. 1 befinden, und dass die gegenseitige Lagerung der verschiedenen Kugelschichten auch sonst in dem Verhältnis zwischen den drei ersten Schichten in entsprechender Weise stattfindet.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt nach OR unter der Annahme, dass die dritte Kugelschicht mit ihren Mittelpunkten über O_5, O_6, O_7 u. s. w. sich befindet. In beiden Abbildungen sind die von der Fläche OR geschnittenen Kugeln schraffiert und die Mittelpunkte je einer Reihe davon durch die Linien YZ und WX verbunden.

Durch entsprechende Kombination nach Fig. 2 und 3 sind natürlich vielerlei Anordnungen in verschiedenen Kugelschichten gegeneinander möglich. Jedoch sind die hierdurch zustande gebrachten Verschiedenheiten, ebenso wie auch die Unterschiede zwischen Fig. 2 und Fig. 3 für die Praxis ohne Bedeutung, da sowohl die Schichthöhe, wie auch die

[1]) O bedeutet den Mittelpunkt der durch den zugefügten Index gekennzeichneten Kugel.

gegenseitige Lage der Kugeln in ein und derselben Schicht unverändert bleibt, der Weg der den Turm durchziehenden Gase aber nur unwesentliche Veränderungen erleidet.

Fig. 1.

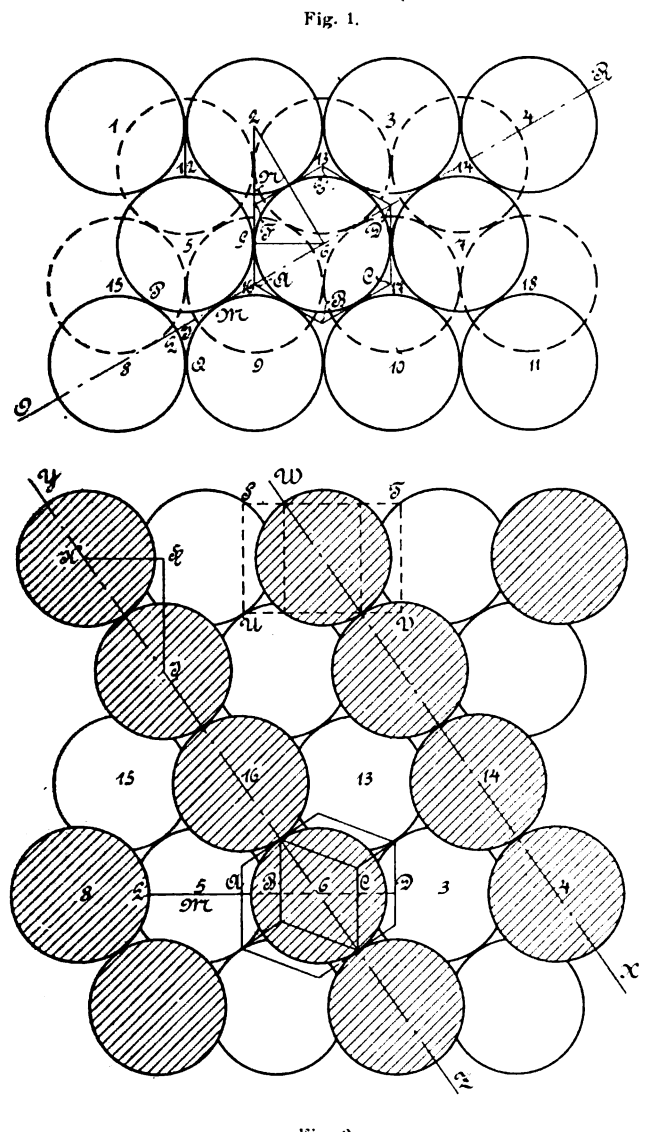


Fig. 2.
Schnitt O—R.

Die durchschnittliche Schichthöhe mit Rücksicht auf den Aufbau des Turmsystemes auch Bauhöhe genannt, ist leicht zu ermitteln. Zunächst ist sie wegen des Eingreifens der verschiedenen Kugelschichten ineinander kleiner, als die Höhe einer einzigen Kugelschicht, die dem Kugeldurchmesser gleich ist. Sie ergiebt sich daraus, dass in Fig. 1 und 2 $KH = O_6 A = O_{16} F$, der Seite des dem grössten Kugelkreise umschriebenen regulären Sechsecks ist, nämlich $= \frac{2r}{\sqrt{3}}$ Es ist ferner $KI = 2r$, $\sphericalangle KHI = 1 R$. Folglich HI, die gesuchte Bauhöhe, $= r \sqrt{\frac{8}{3}}$

Der Inhalt des dem grössten Kugelkreise umschriebenen Sechsecks ($ABCDEF$) ist ferner gleich $2 r^2 \sqrt{3}$, folglich das Verhältnis des Inhaltes des grössten Kugelkreises zum umschriebenen Sechseck gleich dem Verhältnis, in dem der Raum des Turmquerschnitts durch die eingefüllten Kugeln verengt wird.

Ferner finden wir, dass der Raum eines der Zwickel, die durch Berührung dreier grösster Kugelkreise gebildet werden, gleich der Hälfte des Unterschiedes zwischen dem Flächeninhalt des umschriebenen Sechsecks und der Kreisfläche selber ist. Auch die Höhe dieser Zwickelfläche, das heisst, ihre grösste Ausdehnung, lässt sich leicht finden. Sie ist nach Fig. 1 gleich $GN = O_2 G = O_3 N$. Da nun im Dreieck $O_2 G O_6$, $O_2 N = r$, $O_6 G = r$ und $O_2 O_6 = 2r$, so ergiebt sich demnach $GN = r(\sqrt{3} - 1)$.

Der Inhalt des auf eine Kugel entfallenden Anteils am Turmraum ergiebt sich ferner als Produkt aus der Fläche des dem grössten Kugelkreise umschriebenen Sechsecks mit der Bauhöhe. Eine derartige Raumgrösse ist in Fig. 2 durch $STUV$ in Ansicht, entsprechend $ABCDEF$ in dem Grundriss Fig. 1 dargestellt. Dagegen stellt sich der auf eine Kugel entfallende Anteil am Turmraum anders dar, wenn man nicht seine absolute Grösse allein, sondern seine Form sich insoweit vergegenwärtigt, als sie durch die an die einander berührenden Kugeln in den Berührungspunkten gelegten Berührungsebenen dargestellt wird. Man kommt in diesem Falle je nach der gegenseitigen Lage dreier Kugelschichten zu Darstellungen, wie sie in Fig. 2, 4 und 5 einerseits, in Fig. 3, 6 und 7 andererseits gegeben sind. Beides

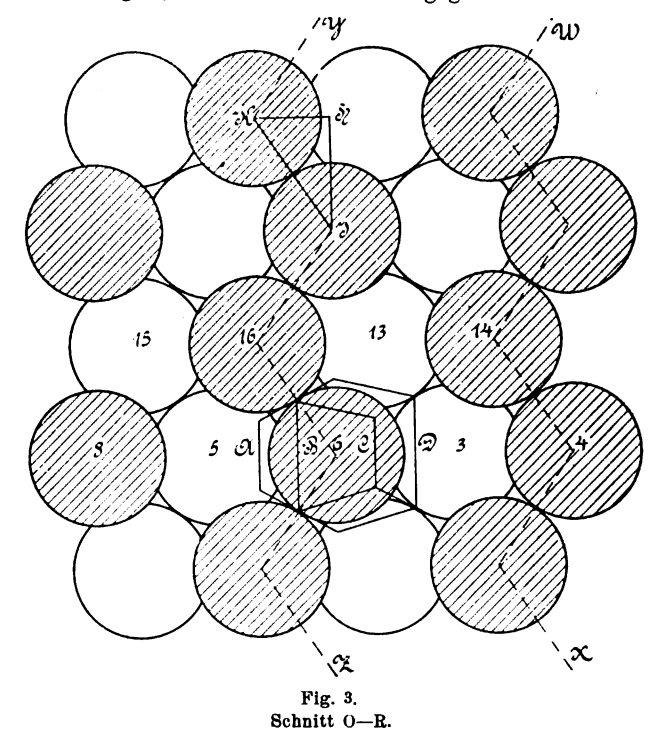


Fig. 3.
Schnitt O—R.

sind von je zwölf Flächen begrenzte körperliche Darstellungen, deren erstere mit einer der Krystallographie entlehnten Bezeichnung als sechsseitiges Prisma in Verbindung mit einem Rhomboeder zweiter Ordnung, deren andere als ein sechsseitiges Prisma in Verbindung mit einer trigonalen Pyramide bezeichnet werden kann.

Bedeuten bei der Kugelfüllung:

- r Halbmesser der Kugel,
- d Durchmesser der Kugel,
- g Grösster Schnitt durch die Kugel,
- f Fläche des diesem umschriebenen Sechsecks,
- m Zwickelfläche zwischen drei sich berührenden Flächen g,
- a Höhe der Fläche m,
- h Bauhöhe; senkrechte Entfernung der Mittelpunkte übereinander liegender Kugelschichten,
- o Oberfläche der Kugel,

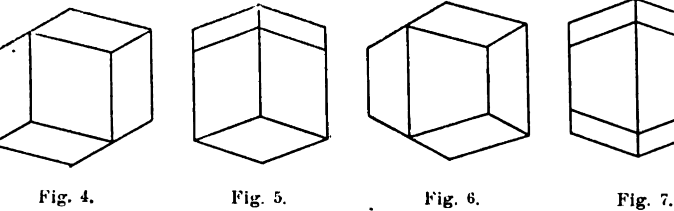


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

- i Inhalt der Kugel,
- t Inhalt des auf eine Kugel entfallenden Turmraums,
- s Schalendicke (bei Hohlkugeln),
- l der Berechnung zu Grunde liegendes Längenmass.

so berechnet sich:

$$
\begin{aligned}
&d && = 2\,r \\
&g = r^2\,\pi && = 3{,}1416\,r^2 \\
&f = 2\,r^2\,\sqrt{3} && = 3{,}4641\,r^2 \\
&m = r^2\left(\sqrt{3} - \frac{\pi}{2}\right) && = 0{,}1613\,r^2 \\
&a = r\left(\sqrt{3} - 1\right) && = 0{,}7320\,r \\
&h = r\,\frac{\sqrt{8}}{3} && = 1{,}6330\,r \\
&o = 4\,r^2\,\pi && = 12{,}5664\,r^2 \\
&i = \frac{4}{3}\,r^3\,\pi && = 4{,}1888\,r^3 \\
&t = 2\,r^3\,\sqrt{8} && = 5{,}6568\,r^3 \\
&\frac{i}{t} = \frac{2\,\pi}{3\sqrt{8}} && = 0{,}7405 \\
&\frac{o}{i} = \frac{3}{r} && = 3 : r \\
&\frac{o}{t} = \frac{2\,\pi}{r\sqrt{8}} && = 2{,}2215 : r \\
&\frac{g}{f} = \frac{\pi\sqrt{3}}{6} && = 0{,}9069.
\end{aligned}
$$

Die unter den vorstehenden Berechnungen enthaltenen Werte $i:t$, $o:i$ und $o:t$ mögen der Reihe nach als Raumfüllung, Oberflächenverhältnis und Raumausnutzung bezeichnet sein.

Wie man sieht, ist $i:t$ von r unabhängig, wie ja auch nach den vorhergehenden Ausführungen das Verhältnis des Kugelinhaltes zu dem auf die Kugel entfallenden Turmraum stets gleich ist.

Das Oberflächenverhältnis $o:i$ giebt an, in welchem Verhältnis die Oberfläche der Kugel zu ihrem Inhalt steht. Dieser Wert verringert sich in einfachem umgekehrten Verhältnisse zu der Grösse des Kugelhalbmessers.

Das Verhältnis $o:t$ kann als die Raumausnutzung bezeichnet werden, da es angiebt, wie viel Kugeloberfläche auf einen gewissen Turmraum entfällt; es steht ebenfalls in einfachem umgekehrten Verhältnis zu dem Kugelhalbmesser.

Auch der Wert $g:f$ schliesst sich hier an, der die Querschnittsverengung des Turmquerschnitts durch die Kugelfüllung angiebt und wiederum unabhängig von dem jedesmaligen Kugelhalbmesser ist.

Dagegen nimmt die Fläche des von drei grössten Kreisen gebildeten Zwickels im quadratischen Verhältnis mit dem Kugelhalbmesser zu; die Zwickelhöhe im einfachen Verhältnis der Kugelhalbmesser.

In Tab. 1 sind Werte für die letzt besprochenen Grössen für eine Reihe von Kugelhalbmessern ausgerechnet, und zwar für Halbmesser von 0,5 bis 10. Auch sind die Werte für $\frac{1}{\infty}$, ∞ und 2,85 eingefügt. Letztere Zahl ist gewählt, weil die Kugeln einer in der Praxis verwendeten Füllung diesen Halbmesser besitzen. Es folgen dann in Tab. 1 noch einige Werte für Hohlkugeln. Für sie liegen die Verhältnisse insofern verwickelt, als einmal der Schalendurchmesser, zweitens aber auch noch die in das Innere der Kugel führenden Oeffnungen zu berücksichtigen sind, und als überhaupt in Betracht gezogen werden muss, dass die Hohlkugeln praktisch keine vollkommene Kugelgestalt, sondern die Gestalt von Kugeln haben, denen durch eine Anzahl von Ebenen, die den in ihr Inneres führenden Oeffnungen entsprechen, ein gewisser Teil der äusseren Kugelfläche und damit an den betreffenden Stellen auch ihres Durchmessers genommen ist. Zum Zwecke einer überschlägigen Berechnung ist der Einfachheit halber angenommen, dass die durch die Durchbrechungen der Kugelschale erzeugte Verminderung an Kugeloberfläche gleich sei der Vermehrung an Oberfläche, die die seitliche Begrenzungsfläche der aus der Kugelschale herausgeschnittenen Stücke darstellt. Ferner ist angenommen, dass die Kugeln so gelagert sind, dass die Durchbrechungen die den Fig. 1 bis 3 entsprechenden Lagerungen der Kugeln nicht verhindern.

Um die einzelnen Werte in Tab. 1 in absoluten Zahlen geben zu können, müsste auch auf das für die Uebertragung der Werte in die Praxis nötige Mass Rücksicht genommen werden. Es sind deshalb für die entsprechenden Spalten nicht die Ueberschriften, $o:i$, $o:t$, m oder a, sondern $\frac{o}{i}\,l$, $\frac{o}{t}\,l$, $\frac{m}{l^2}$ und $\frac{a}{l}$ gewählt worden, wobei l die der Berechnung zu grunde zu legende Längeneinheit darstellt. Findet man z. B. die Raumausnutzung für eine Kugel vom Durchmesser 10 mit 0,2221 angegeben, so zeigt die Ueberschrift $\frac{o}{t}\,l$, dass dieser Wert 0,2221 das Raumausnutzungsverhältnis multipliziert mit der Längeneinheit darstellt. Nimmt man für die Kugel 10 mm als Durchmesser an, so ergiebt sich die Raumausnutzung zu 0,22 mm, oder auf 0,222 qmm : cbmm, gleich $\frac{0{,}000\,000\,222 \text{ qm}}{0{,}000\,000\,001 \text{ cbm}}$, gleich 222 qm : cbm.

Für gewöhnlich pflegt man den Halbmesser der Füllkugeln in cm und den Turmraum in cbm anzugeben. Ist dementsprechend $r = 1$ cm, so ist $o:i = 0{,}222$ qcm : ccm oder gleich 22,2 qm : cbm.

Es ergiebt sich aus den Werten, die in Tab. 1 enthalten sind, dass die Raumausnutzung sowohl wie das Oberflächenverhältnis mit zunehmendem Kugeldurchmesser abnehmen,

Tabelle 1.

Kugelfüllung.

Halbmesser	Durchmesser	Schalendicke	Raumerfüllung	Oberflächenverhältnis	Raumausnutzung	Querschnittsverengung	Zwickelfläche	Zwickelhöhe
r	d	s	$\frac{i}{t}$	$\frac{o}{i}\,l$	$\frac{o}{t}\,l$	$\frac{g}{f}$	$\frac{m}{l^2}$	$\frac{a}{l}$
				Für Vollkugeln				
r	$2\,r$	–	0,7405	$3:r$	$2{,}2215:r$	0,9069	$0{,}1613\,r^2$	$0{,}7320\,r$
$\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{\infty}$	—	„	∞	∞	„	$\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{\infty}$
0,5	1	—	„	6	4,4430	„	0,04	0,366
1	2	—	„	3	2,2215	„	0,16	0,732
2	4	—	„	1,5	1,1107	„	0,65	1,464
2,85	5,7	—	„	1,0526	0,7795	„	1,31	2,088
3	6	—	„	1,0	0,7405	„	1,45	2,196
4	8	—	„	0,75	0,5554	„	2,58	2,928
5	10	—	„	0,6	0,4443	„	4,03	3,660
6	12	—	„	0,5	0,3703	„	5,81	4,392
7	14	—	„	0,429	0,3174	„	7,90	5,124
8	16	—	„	0,375	0,2778	„	10,32	5,856
9	18	—	„	0,333	0,2468	„	13,07	6,588
10	20	—	„	0,3	0,2221	„	16,13	7,320
∞	∞	—	„	$\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{\infty}$	„	∞	∞
				Für Hohlkugeln				
r	$2\,r$	$\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{\infty}$	∞	$4{,}4430:r$	0,9069	$0{,}1613\,r^2$	$0{,}7320\,r$
2,85	5,7	0,3	0,2101	6,6805	1,403	„	1,31	2,088
5	10	1	0,3627	2,0164	0,7286	„	4,03	3,660

und dass es deshalb erwünscht sein muss, möglichst kleine Kugeln zur Füllung der Reaktionstürme zu verwenden, um so eine möglichst grosse Berührungsoberfläche zwischen den sie durchströmenden Flüssigkeiten und Gasen herbeizuführen.

Die absolute Grösse des zwischen den sich berührenden Kugeln verbleibenden Raumes wird dagegen mit abnehmendem Kugeldurchmesser immer kleiner. Bei zunehmender Verkleinerung der Kugeln würde sonach allmählich der Punkt erreicht werden, wo die Türme nicht mehr mit Kugeln gefüllt sind, die mit einer Flüssigkeitsschicht überzogen sind, und zwischen denen Gase hindurchstreichen, sondern wo die die verschiedenen Kugeln überkleidenden Flüssigkeitsschichten ein zusammenhängendes Ganzes bilden, ohne dass noch Platz für Luft vorhanden wäre. Man würde also bei zunehmender Verkleinerung der Füllkörper allmählich zu einem Turm gelangen, der kein Reaktionsturm, sondern nur noch einen Filtrierkörper für Flüssigkeiten darstellt, wie es etwa ein Sandfilter ist.

Aber auch um deswillen darf man nicht zu sehr mit dem Durchmesser der Füllkugeln herabgehen, weil die den Reaktionsturm durchstreichenden Flüssigkeiten gewöhnlich in geringerem oder höherem Grade Schlammbestandteile mit sich führen, und weil auch die Gase vielfach mit Flugstaub beladen sind. Indem sich sowohl Schlamm wie Flugstaub in den Zwischenräumen zwischen den Füllkörpern absetzen. Sie verengen dann bald die Durchtrittsöffnungen für Gas und Flüssigkeit so sehr, dass die Wirksamkeit des Turmes bei zu kleinen Füllkörpern sehr rasch stark behindert wird.

Aus Vorstehendem ergiebt sich, dass man bei der Wahl der Füllkörper zwischen zu grossen und zu kleinen Körpern in der Mitte bleiben muss, um einerseits den Turmraum noch gut ausnutzen zu können, andererseits aber auch einen genügenden Querschnitt für den Durchtritt der Gase selbst dann noch frei zu behalten, wenn sich grössere Mengen Schlamm oder Flugstaub in den Türmen abgesetzt haben.

In der Praxis pflegt man die Reaktionstürme vielfach, ähnlich wie es auch mit Sand- und Kiesfiltern der Fall ist, mit Füllkörpern von in den verschiedenen Höhenschichten verschiedenem Durchmesser anzufüllen. Zu unterst, der Eintrittsstelle der Gase zunächst, pflegt man Material von grösserem, zu oberst solches von geringerem Durchmesser in den Turm einzubringen. Indem dann die oben einströmenden Flüssigkeiten in dem oberen Teil des Turmes die Hauptmenge an Schlamm absetzen, so wird nach einer gewissen Zeit des Betriebes zunächst der obere Teil des Turmes unbrauchbar werden, während der untere Teil der Füllung noch Gas und Flüssigkeit bequem durchlassen würde. Man braucht dann zur Wiederherstellung der Turmwirkung nur den oberen Teil auszuräumen und dessen Füllmaterial durch neues zu ersetzen oder sonst entsprechend zu reinigen.

Wichtig ist es jedoch, dass in demselben Turmabschnitt sich immer nur Füllmaterial von ungefähr derselben Grösse befindet, damit nicht der Durchtritt für die Gase dadurch zu sehr beengt werde, dass sich bei gleichzeitiger Anwendung verschieden grosser Füllkörper die kleineren von ihnen in sonst frei bleibenden Zwischenräumen, diese ausfüllend, zwischen den grösseren Füllkörpern festsetzen.

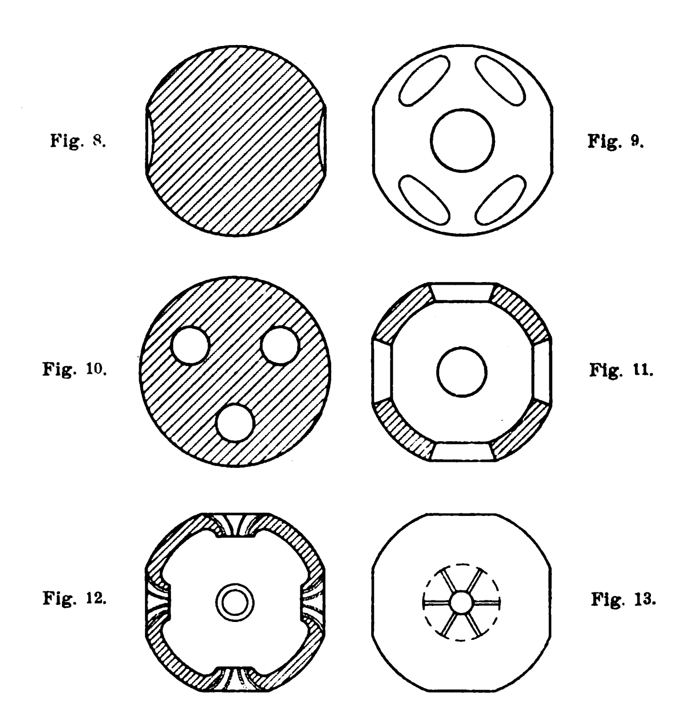
Die Kugelkörper, um nun auf diese wieder zurückzukommen, die zur Füllung der Türme verwendet werden, können zunächst Vollkugeln sein, von genau kugelförmiger Gestalt. Auf solche finden die in Tab. 1 gegebenen Werte in erster Linie Anwendung; jedoch ist zu berücksichtigen, dass in der Tat die Zahl für das Oberflächenverhältnis und die damit in geradem Verhältnis stehenden Werte kleiner ausfallen, als sie jenen theoretischen Zahlen entsprechen. Denn dadurch, dass die einzelnen Kugeln einander in der Praxis natürlich nicht mit mathematischen Punkten, sondern immerhin mit gewissen Flächengrössen berühren, und dadurch, dass der Durchmesser der Füllkörper durch die darauf befindliche Flüssigkeitsschicht, sowie auch später durch Schlamm und Staub einigermassen vergrössert wird, wird das Oberflächenverhältnis verkleinert. Ebenso werden auch die Werte für Zwickelfläche und Zwickelhöhe eine entsprechende Verringerung erfahren.

Nächst den Vollkugeln kämen Kugeln in Betracht, die an ihrer Oberfläche gerauht oder gerieft sind, um ihnen ein grösseres Oberflächenverhältnis zu geben, während die übrigen in Betracht kommenden Werte im Grossen und Ganzen unverändert bleiben. Die Wirksamkeit der Rauhung oder Riefelung der Oberfläche dürfte vielfach überschätzt werden, da deren Unebenheiten im Betriebe durch die auf den Kugeln befindliche Flüssigkeitsschicht mehr oder weniger ausgeglichen werden, und da ferner die Unebenheiten der Kugeloberfläche das Ansetzen von Schlamm oder Flugstaub sehr zu befördern geeignet sind, was wiederum, abgesehen von allem übrigen, ihre baldige Ausgleichung im Gefolge hat.

Aehnlich sind auch die mit Einbeulungen versehenen massiven Kugeln zu beurteilen, wie sie in Fig. 8 und 9 im Querschnitt und Ansicht vorgeführt werden. Im gezeichneten Beispiel sollen zwölf auf der Kugeloberfläche symmetrisch verteilte Einbeulungen diese Oberfläche vergrössern. Hier ist jedoch anzunehmen, dass sich ein grosser Teil der Kugeln so zu einander lagern wird, dass die Kugelfläche der einen Kugel in die Einbeulungen anderer Kugeln hineingreift, sodass entgegen der angestrebten Vermehrung eine Verminderung der wirksameren Kugeloberfläche stattfinden wird.

Ferner kämen Kugeln mit Durchbohrungen in Betracht, wie sie in Fig. 10 im Querschnitt dargestellt sind. Diese, einander gleich gerichtet angebrachten Durchbohrungen sind ebenfalls bestimmt, die wirksame Oberfläche zu vergrössern, indem sie Flüssigkeit und Gas den Durchtritt durch die Kugel gestatten.

Diese letzteren Kugeln bilden den Uebergang zu den Hohlkugeln, wie sie zunächst durch Fig. 11 vorgeführt werden. Man ersieht, dass die Kugeln je nach der Grösse und Zahl der ins Innere führenden Einschnitte, deren hier sechs angenommen sind, durch ebenen Ausschnitten stellenweise an ihrem Durchmesser einbüssen. Fig. 12 und 13 zeigen ähnliche Kugeln, wie solche tatsächlich zur Turmfüllung verwendet und namentlich für den Betrieb von Kondensations-



türmen für Salpetersäure empfohlen werden. Auch diese Kugeln werden durch sechs sie schneidende Ebenen in ihrem Durchmesser entsprechend verringert. Die ins Innere führenden Oeffnungen sind nicht einfach durch die Kugeln durchgestossen, sondern mit trichterförmigen Rändern versehen, um ein bequemeres Eindringen der Flüssigkeit in das Kugelinnere zu ermöglichen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Kugeln durch die Trichterform der Einbeulungen jedenfalls auch sehr stark als Schlammfänger dienen und sich nur sehr schwer wieder von Schlamm befreien lassen. Inwiefern auch die den Turmraum durchstreichenden Gase gerade den Weg durch die Kugeln demjenigen zwischen ihnen hindurch vorziehen werden, ist eine weitere Frage. Bei Hohlkugeln von 5,7 cm Durchmesser, wie sie in der Praxis gebräuchlich sind, beträgt der Flächenraum des von drei grössten Kugeln begrenzten Zwickels, wie aus Tab. 1 hervorgeht, 1,31 qcm. Dagegen wird die Durchtrittsöffnung eines der ins Innere der Kugel führenden Trichter, selbst wenn wir ihren Durchmesser zu 1 cm annehmen, nur 0,79 qcm betragen. Diese 0,79 qcm werden aber nur dann voll wirksam, wenn die betreffende Eintrittsöffnung gerade nach unten gerichtet ist, also wenn ihre Projektion ebenso gross ist, wie ihr thatsächlicher Flächeninhalt.

Im übrigen sind in Tab. 1 auch die Werte für Raumerfüllung u. s. w. für verschiedene Grössen von Hohlkugeln unter den vorhin schon angeführten Bedingungen angegeben. Man ersieht hieraus, dass die Raumausnutzung von Hohlkugeln von 5,7 cm Durchmesser gleich derjenigen ist, von Vollkugeln von 2,2215 : 1,403, das ist von 1,58 cm Durchmesser, vorausgesetzt, dass die innere Kugelfläche in der Tat ebenso wirksam sein würde, wie die äussere Fläche der Hohlkugeln.

Man ersieht ferner aus Tab. 1, dass Hohlkugeln bei unendlich dünner Schalendicke die doppelte Raumausnutzung gewähren können, als die entsprechenden Vollkugeln, sowie

dass der Aufwand an Material zur Füllung des Turmes bei Hohlkugeln verhältnismässig viel geringer ist, als bei Vollkugeln. Jedoch kann man schon aus dem Grunde die theoretischen Vorteile der Hohlkugeln nur bis zu einem gewissen Grade ausnutzen, weil bei zu grosser Verminderung der Schalendicke ein zu grosser Teil der Hohlkugeln beim Einfüllen in den Turmraum zertrümmert werden würde. Ausserdem besitzen die Hohlkugeln gegenüber den Vollkugeln den bereits angedeuteten Nachteil, dass sie sehr stark als Schlammfänger wirken und auch durch einfache Spülung des Turmes kaum vom Schlamm zu befreien sein werden. Im Betriebe pflegt man nämlich die Reaktionstürme, die noch nicht zu sehr verschlammt sind, vielfach dadurch zu reinigen, dass man plötzlich bedeutend grössere Flüssigkeitsmengen auf sie aufgiebt, als gewöhnlich in der gleichen Zeit durch sie hindurchströmen. Hierdurch wird dann der auf den Füllkörpern sitzende Schlamm zu einem grossen Teile losgerissen und aus dem Turm herausgespült.

Die Kugeln mit einfachen Durchbohrungen, wie in Fig. 10 gezeigt, dürften dagegen wohl keine Veranlassung zur Festsetzung von Schlamm geben, da sie keine schwer zugänglichen Innenräume besitzen.

Gewinnanteil für die Arbeiterschaft in Amerika.

Die United-States Steel-Corporation[1]) hat mit der Anteilnahme ihrer Arbeiter am Gewinn der Gesellschaft Ernst gemacht und zu Beginn dieses Jahres eine Aufstellung, nach welcher dieselbe zu erfolgen hat, in Kraft treten lassen.

Gerade diese grossartig angelegte Gesellschaft, welche, wie erinnerlich sein wird, vor zwei Jahren begründet wurde, dürfte wie keine andere berufen sein, allen auftretenden Schwierigkeiten die Stirn zu bieten und dieselben zu überwinden.

Jedenfalls verdient das Vorgehen derselben die allseitige und vollste Aufmerksamkeit unserer grossen gewerblichen Unternehmungen und lassen wir die Hauptpunkte dieses weit ausschauenden Entwurfes, welcher *alle Angestellten*, vom ersten Vorsitzenden mit einem Gehalt von 400 000 M. jährlich bis herab zum Arbeiter mit Picke und Schaufel umfasst, im Auszug folgen, obgleich noch augenscheinlich ein Unterschied zwischen den mit der Leitung betrauten Angestellten und den *nicht-leitenden* Teilen gemacht ist.

Unter den leitenden Angestellten hat der erste Vorsitzende das bereits oben erwähnte Gehalt von 400 000 M. jährlich, welches *entsprechend seiner verantwortlichen Stellung bemessen ist.*

Mit einem Gehalt von 40 000 bis 80 000 M. jährlich sind nicht über 50 Stellen bedacht, während ungefähr 200 Stellen ein Jahreseinkommen von 20 000 bis 40 000 M. haben, dann folgen noch etwa 1500 Anstellungen mit einer Bezahlung von 10 000 bis 20 000 M. jährlich, wobei der Dollar zu 4 M. gerechnet ist.

Diese Ziffern ergeben eine ganz ansehnliche Ausgabe für die Verwaltung dieser Riesengesellschaft.

Man darf, vorausgesetzt, dass alle Stellungen auch tatsächlich besetzt sind, sehr wohl eine Ausgabe von 30000000 M. jährlich für die Beaufsichtigung und Verwaltung in Anschlag bringen, wobei der technische und wissenschaftliche Stab eingeschlossen ist.

Es ist berechnet, dass die Gesellschaft etwa 300000000 M. jährlich verdienen muss, um nach den nötigen Abschreibungen auf ihre Vorzugsanteile 7 v. H. und auf ihre gewöhnlichen Anteile 4 v. H. Gewinnanteil zu zahlen. Zur Zeit werden 55000 Anteilnehmer gezählt, welche Eigentümer dieses ganzen grossen Unternehmens sind.

Der Entwurf gliedert sich in 2 Teile, von denen der eine *„die Erwerbung von Anteilen“*, der andere *„die Anteilnahme am Gewinn“* behandelt.

Teil I: *„Die Erwerbung von Anteilen“* ist in folgender Weise ins Werk gesetzt.

Vom Gewinn der Gesellschaft während des Jahres 1902 z. B. werden 8000000 M. zur Verfügung gestellt und weiter ein Betrag, der es ermöglicht, wenigstens 25000 Vorzugsanteile der Gesellschaft zurückzukaufen. Diese Anteile stehen jedermann, der bei der Gesellschaft seinen Unterhalt verdient, nach einer im Entwurf festgelegten Ordnung zum Ankauf zur Verfügung. Die Gesamtzahl aller Angestellten beträgt etwa 168000, welche, entsprechend ihrem jährlichen Einkommen, in sechs Klassen zerfallen, und zwar umfasst Klasse I alle Angestellten abwärts bis zu 80000 M. (80000 M. ausgeschlossen); Klasse II alle Angestellten von 80000 M. bis zu 40000 M.; Klasse III von 40000 M. bis zu 20000 M.; Klasse IV von 20000 M. bis zu 10000 M.; Klasse V von 10000 M. bis zu 3200 M. und endlich Klasse VI alle Angestellten von 3200 M. und weniger Einkommen.

Die von der Gesellschaft zu diesem Zweck zurückgekauften Anteilscheine werden den Angestellten zum Preise von je 330 M. angeboten.

Für den Erwerb derselben darf jedermann in Klasse I 5 v. H., in Klasse II 8 v. H., in Klasse III 10 v. H., in Klasse IV 12 v. H., in Klasse V 15 v. H. und in Klasse VI 20 v. H. seines Einkommens aufwenden.

Der erste Vorsitzende kann also von seinem Einkommen von 400000 M. in Höhe von 20000 M. für den Erwerb von Anteilscheinen aufwenden, er kann also 60 Anteile jährlich kaufen. Der höchstbezahlte Angestellte in Klasse II mit 80000 M. kann 6400 M. auf den Erwerb verwenden und etwa 19 Anteile für sich beanspruchen; der Höchstbezahlte in Klasse VI mit 3200 M. Gehalt, der 20 v. H. dieses Betrages auf den Erwerb verwenden darf, hat Anrecht auf nahezu 2 Anteile, während ein Angestellter dieser Klasse mit 1600 M. Gehalt für sich allein noch keinen Anteil erwerben kann, er darf sich aber mit seinen Arbeitsgenossen zum gemeinsamen Erwerb nach Massgabe ihres Gesamtgehalts zusammentun.

Wenn die zum Angebot zurückgekauften Anteile, wie z. B. diesesmal in Anzahl von 25000 der entstehenden Nachfrage nicht genügen, so soll mit der Befriedigung der Ansprüche in der untersten, also VI. Klasse begonnen werden, dann folgt Klasse V u. s. w., so dass wohl der Fall eintreten kann, dass für Klasse I nur eine geringe Zahl Anteile oder vielleicht gar keine zur Verfügung bleiben. Mehr wie ein Anteilnehmer kann auf einen Anteil nicht eingetragen werden. Der Preis der Anteile wird sich in Zukunft jedenfalls entsprechend dem Marktpreis ändern.

Soweit die Verteilung der Anteile, welche keine besondere Wohltaten für die Käufer — in diesem Fall die Angestellten — erkennen lässt.

Vergünstigungen erscheinen jedoch sofort bei Bezahlung der Anteile, welche in monatlichen Beträgen vorgenommen werden kann und welche zwischen einer oberen und unteren Grenze von dem Gehalt oder Wochenlohn in Abzug gebracht werden kann, und zwar dürfen diese Abzüge ein Viertel des gesamten Monatsverdienstes nicht überschreiten, während andererseits die ganze Kaufsumme innerhalb dreier Jahre abgetragen sein muss. Innerhalb dieser beiden Grenzen kann sich jedermann die Höhe seiner Abträge selbst bestimmen.

Der Bezug von Gewinnanteil beginnt für den Erwerber vom Tage seiner Zahlung an, und zwar wird ihm bei Kauf in Abträgen ein Zins von 5 v. H. gekürzt.

Ist z. B. jemand gezwungen, den Erwerb aufzugeben, bevor er den vollen Betrag abgezahlt hat, so ist ihm gestattet, das eingezahlte Geld zurückzuziehen und erhält er dann den Unterschied zwischen dem Gewinnanteil, z. Z. 7 v. H., und der Verzinsung des Kaufbetrages mit 5 v. H. zubezahlt.

Bei vollständiger Abzahlung erhält der Käufer den Anteilschein auf den Namen des ursprünglichen Erwerbers lautend zur freien Verfügung ausgehändigt und kann mit demselben thun und lassen, was er will, d. h. er kann den Schein entweder weiter verkaufen oder ihn im eigenen Besitz behalten. In Anbetracht dessen, dass er für den vergünstigten

[1]) Nach Engineering vom 23. Januar 1903.

Erwerb immerhin einen recht beträchtlichen Zinsfuss für das ihm gestundete Geld hat untergehen müssen, während die Gesellschaft den Anteilschein bis zuletzt in sicherem Faustpfand behielt, dürfte diese Berechtigung nicht mehr wie billig befunden werden.

Die beabsichtigte Wirkung des ganzen Vorgehens beruht jedoch darauf, dass der einzelne Angestellte recht eng an das Gedeihen des ganzen grossen Unternehmens gebunden werden soll, und muss derselbe daher noch einen besonderen Ansporn erhalten, im dauernden Besitz seiner Anteile zu bleiben.

Zu diesem Zweck wird für alle so erworbenen und dauernd gehaltenen Anteile ein besonderer Zusatz-Gewinnanteil gezahlt.

Wenn daher der Erwerber eines solchen Scheines in dessen Besitz bleibt und den Besitztitel für denselben 5 Jahre lang, jedesmal im Januar — und zwar erstmals im Januar 1904 — bei der Verwaltung nachweist, unter jedesmaliger schriftlicher Bestätigung seines höheren Vorgesetzten, dass er im abgelaufenen Jahre den Vorteil und das Gedeihen des Werkes in jeder ihm zukommenden Weise gefördert hat, so erhält er nach Ablauf dieser 5 Jahre für jedes Jahr eine Zusatzzahlung von 20 M. und zwar für jeden ihm gehörigen Anteilschein.

Der Eigner eines Anteiles erhält demnach 7 v. H. Gewinnanteil und einen weiteren Gewinnanteil von 20 M., letztere als *besondere Vergütung für andauerndes treues Wirken im Dienste seiner Gesellschaft.*

Unter der Voraussetzung, dass eine ganze Anzahl von Eignern der Anteile dieser besonderen Vergütung verlustig gehen, sei es durch Austritt aus dem Dienst der Gesellschaft, sei es durch anderweitige Verfehlungen, so zahlt die Verwaltung den auf solche Anteile fallenden jährlichen Zusatzgewinnanteil in eine besondere Kasse und bringt diesen so angewachsenen Gesamtbetrag mit einem Zinszuwachs von 5 v. H. am Schlusse der fünfjährigen Zeitabschnitte ebenfalls an diejenigen zur Verteilung, welche das Anrecht auf den Zusatzgewinnanteil unter der oben beschriebenen Weise erworben haben. In dieser Hinsicht sollen jedoch noch besondere Erfahrungen gesammelt werden.

Teil II *„die Anteilnahme am Gewinn“* berücksichtigt die *amtlichen* bezw. *halbamtlichen* Stellungen aller derjenigen, welche in der Leitung und Verwaltung der Geschäfte der Gesellschaft Verwendung finden.

Der Grundgedanke ist der: *Die Beamten der Leitung und Verwaltung teilen mit den Eignern von Anteilen allen Gewinn, welcher nach Abzug eines gewissen Betrages von dem jährlichen Reingewinn noch vorhanden ist.*

Wie schon anfangs erwähnt, erfordern die Verzinsung des Grundstocks der Gesellschaft, sowie die Abschreibungen jährlich 300 000 000 M. Wenn nun im laufenden Jahr 320 bis 360 Millionen verdient werden, so wird ein Betrag in Höhe von 1 v. H. vom Gesamtverdienst zurückgelegt; bei 360 bis 400 Millionen Verdienst wächst die Rücklage auf 1,2 v. H. an, bei 400 bis 440 Millionen auf 1,4 v. H., bei 440 bis 480 Millionen auf 1,6, bei 480 bis 520 Millionen auf 1,8 v. H., bei 520 bis 560 Millionen auf 2 v. H., bei 560 bis 600 Millionen auf 2,25 v. H. und bei 600 bis 640 Millionen auf 2,6 v. H.

Hierzu bemerkt „Engineering“: Der Ehrgeiz selbst einer *United States Steel Corporation* scheint vor dem Reinverdienst von 640 000 000 M. für die Arbeit eines Jahres Halt machen zu sollen.

In *welcher* Weise die so erhaltene Rücklage verteilt werden soll oder *welche* Männer alle bei der Verteilung bedacht werden sollen, ist noch unentschieden.

Die heikle Aufgabe, hier Vorschläge zu machen, ist vorläufig dem Vermögensausschuss überwiesen.

Festgelegt ist jedoch schon jetzt, dass nicht allein der erste Vorsitzende, sowie der Stab der Verwaltung und Aufsicht einen Anteil erhalten soll, sondern auch alle anderen Angestellten, welche in irgend einer Weise für die gute Verwaltung der Angelegenheiten der Gesellschaft verantwortlich gemacht werden können.

Die Geschäftsleitung ist hier vor die Schwierigkeit gestellt, zu bestimmen, wie weit abwärts diese Marke der Verantwortlichkeit gezogen werden soll, ohne dass noch ein triftiger Grund für ein Sichverletztfühlen für den — oder sogar die — nächstkommenden Angestellten übrig bleibt. Jedenfalls aber ist die Geschäftsleitung sich bewusst, dass es noch nötig sein dürfte, in dieser Richtung eine genügende Erfahrung zu sammeln.

Geplant ist, von dem zur Verfügung stehenden Betrage, die eine Hälfte während des Jahres in 3 monatlichem Abstand in Bar zur Verteilung zu bringen; die andere Hälfte bleibt bis Ende des Jahres in Rücklage und wird dann in Vorzugsanteilen angelegt. Die eine Hälfte dieser letzteren Anlage wird dann wiederum an diejenigen verteilt, welche später bei der Verteilung überhaupt eingeschlossen werden, während die andere Hälfte, also ein Viertel der anfänglichen Rücklage bis ans Ende von 5 Jahren in den Händen des Schatzkämmerers der Gesellschaft verbleibt und von diesem verwaltet wird. Am Ende dieses Zeitabschnitts wird der Betrag endgiltig den Zur-Anteilnahme berechtigten überwiesen.

Der Gewinnanteil jedoch, der inzwischen für diese Anteile nachwächst, gelangt an die Angestellten der Gesellschaft, so lange sie sich in deren Dienst befinden, zur Verteilung.

Stirbt jedoch jemand, während er im Dienst der Gesellschaft steht, oder wird er als Angestellter dauernd dienstuntauglich, so wird der ihm zukommende Anteil seinen Erben oder ihm ausgehändigt.

Verlässt jedoch ein Angestellter ohne vorherige Erlaubnis den Dienst der Gesellschaft, so soll er jedes Anrecht auf diese Art der Anteile verlieren, wodurch die übrigen im Anrecht verbleibenden am Ende des fünfjährigen Abschnittes im Vorteil sind, ihnen sollen diese für die so ausscheidenden Angestellten verlorenen Anteile zuwachsen.

Dieser ganze Entwurf hat das Gute für sich, dass er nicht den Eindruck einer Wohltat — eines Almosens — nach irgend welcher Richtung hin erweckt, aber er ist gross und weitausschauend angelegt und bekundet den freien Sinn, der sowohl das Wohl der Gesellschaft, als auch seiner Angestellten gebührend in Rechnung zieht, vorausgesetzt, dass es gelingt, denselben in der gedachten Weise aufrecht zu erhalten und durchzuführen.

„Engeneering“ knüpft daran noch folgende Betrachtungen:

Lässigkeit ist die grosse Gefahr, die diesen Mammut- und Mamongesellschaften droht.

Doch steht diese grossartige Unternehmung auf dem Boden, auf dem das Genossenschaftswesen überhaupt geboren wurde, und auf welchem es zur mächtigen Kraftentfaltung gelangt ist, aber es stellt unbedingt die grössten Anforderungen an Alle, welche in seinen Bannkreis einbezogen sind. Aus diesem Grunde und weil die Vorbedingungen so schwer einzuhalten sind, erfolgten in den letzten Jahren viele Zusammenbrüche in dieser Richtung.

Die grosse Masse der Arbeiter muss Selbstbeherrschung und Mässigkeit in Zeiten der Hochflut des Geschäftes lernen und nicht in Schwelgerei verfallen, wodurch dann in Zeiten des kleinen Verdienstes der Notpfennig verbraucht sein würde.

Auch darf der Ueberschuss über einen gewissen Verdienst den Arbeiter nicht veranlassen, seine Arbeit zu vernachlässigen, um Zeit zum Vergeuden des Mehrverdienstes zu erhalten.

Andererseits aber darf der Arbeiter auch nicht mit Neid und Missgunst auf die grossen in der Verwaltung und Leitung des Unternehmens gezahlten Gehaltsbeträge sehen.

Schwer mag es den niederen Angestellten, welche sich von einem Wochenende bis zum anderen hart mühen, fallen, zu verstehen, weshalb die an die Spitze gestellten so unendlich viel mehr wie sie selbst verdienen sollen. —

Schwer ist es jedenfalls auch einzusehen, dass in dieser Anordnung eine wirtschaftliche Notwendigkeit liegt, und dass, wenn ein tüchtiger Geschäftsleiter nicht gut — sagen wir selbst über die Massen gut — bezahlt wird, derselbe zu anderweitigen Werken geht, denen er jedenfalls sehr willkommen ist.

Im übrigen dürfte der Verwaltung dieses Riesenunternehmens sehr wohl darüber klar sein, dass die ungeheuere Entwicklung der amerikanischen Stahl-Erzeugung — eine Erscheinung, die selbst in der neuzeitigen gewerblichen Entwicklung ohne gleichen dasteht — zu schnell vor sich gegangen ist, um von Dauer zu sein. Dazu kommt, dass bisher Schutzzölle das Ausland vom heimischen Markt nach Möglichkeit fern hielten, die es der Gesellschaft ermöglichten, die Preise hochzuhalten und mit grossem Gewinn zu arbeiten.

Augenblicklich haben die amerikanischen Einrichtungen mit der wachsenden Nachfrage noch nicht gleichen Schritt halten können, und auch Deutschland hat immerhin beträchtliche Mengen Stahl trotz der Schutzzölle auf den amerikanischen Markt geliefert — freilich sind die deutschen *Auslandspreise* derart niedrig, dass z. B. Stahlschiffe im Ausland für deutsche Rechnung und mit deutschem Baustoff billiger gebaut werden können, als auf deutschen Werften — gewiss ein trauriger nicht wohl gutzuheissender Zustand.

Wenn aber der Absatz nachlässt?

Selbst wenn Eisenbahnen sich im Masstab der letzten Jahre weiterentwickeln, Bauten mit Stahlgerippen, Stahlbrücken, Stahlwägen und namentlich Stahlschiffe ebenfalls denselben Bedarf beibehalten — namentlich die Schiffe haben bei der raschen Entwicklung der amerikanischen Schiffahrt grosse Mengen Stahl verschlungen — so ist von vorn herein einzusehen, dass sich das Wesen des Schutzolles gegenüber einer so gewaltig ausgewachsenen Körperschaft, wie es die amerikanische Stahlerzeugung ist, nicht wohl wird aufrecht erhalten lassen und das Land selbst, — unwillig sich zum Nutzen dieser Körperschaft über gewisse Grenzen hinaus besteuern zu lassen —, wird verlangen, dass ihm die Möglichkeit, allenfalls im Ausland billiger zu kaufen, offen gehalten wird, falls nicht das heimische Gewerbe mit seinen Preisen herabgehen will, die dann selbstverständlich in ihren Preisen dem Mitbewerb des Auslandes zu folgen haben.

Dazu kommt noch ein Drittes. Selbst die tüchtigste und gewissenhafteste Geschäftsleitung kann nicht überall sein, und *Lässigkeit*, die grösste Gefahr, reisst ein, während andererseits in kleineren Unternehmungen — noch dazu, wenn dieselben in einer Hand ruhen — das überwachende Auge des Besitzers, die Vorteile des Ein- und Verkaufs im grössten Masstabe wettmacht und mit gutem Erfolg seine Arbeit auf dem Markt absetzt.

Vielleicht liegt der Rückgang noch in weiter Ferne, jedenfalls aber erscheint es weise und voraussehend, heute schon das ziemlich künstliche Gefüge dieses ganzen ungeheuren Arbeitsverbandes durch eine Förderung des Gefühls der Zugehörigkeit jedes einzelnen zum grossen Ganzen nach Möglichkeit zu kräftigen und sich die tauglichsten und fähigsten Mitarbeiter zu sichern.

In einem jeden Unternehmen beruht das Gedeihen vor allen Dingen in der Fähigkeit, der Tatkraft und dem ausdauernden Fleiss und Eifer jedes einzelnen, der in dem ganzen Getriebe mitzuarbeiten berufen ist. Kein geringerer wie *Carnegie*, jener weitsichtige und von so glänzendem Erfolg gekrönte Stahlwerksbesitzer hat darauf hingewiesen und behauptet, dass sein Stamm von Mitarbeitern dem Wert seiner Unternehmung seinerzeit die Wage gehalten habe.

Wie sehr aber der *Morgan-Trust* darauf sehen muss, diese Eigenschaften unter seiner Arbeiterschaft auszubilden, das zeigt auch die *Gründungszusammenstellung* für das Jahr 1902.

Hiernach sind im Gebiet der Stahl- und Eisenerzeugung etwa zwei Dutzend unabhängige Gesellschaften mit insgesamt 394 400 000 M. Grundvermögen gebildet.

Nach Massgabe des Volkszählungsberichtes beläuft sich derjenige Teil des in dieser Erzeugung angelegten Geldes, soweit er sich in den Händen des *Morgantrusts* befindet, auf 5 619 200 000 M., während weitere 1 072 000 000 M. sich in Händen von Gesellschaften befinden, welche ausserhalb dieses Trust stehen. Das gesamte in dieser Unternehmung angelegte Geld erreicht also die Höhe von 6 691 200 000 M. Die gesamte Stahl- und Eisenerzeugung geht vor sich in 669 Werken.

Der Gesamtbesitz dieser Werke an *Grund* und *Boden*, *Gebäuden*, *Maschinen*, *Werkzeugen* und *Geräten*, *Barvermögen*, *Wechseln*, *ausstehenden Forderungen*, *Rohstoffen*, *unfertiger* und *fertiger Waren* beträgt nach Aufstellung des Schätzungsausschusses 2 362 121 936 M.

Da hinzu kommen noch der Wert der *Bergwerke*, der Eisenbahnen und der *Dampfschiffe* im Besitz des *Morgantrust*.

Es muss also notwendiger Weise irgendwo eine ganz beträchtliche Ueberzeichnung der vorhandenen Werte nachzuweisen sein.

Der *Morgan-Trust* umfasst 80 v. H. der oben angegebenen, in der Stahl- und Eisenerzeugung angelegten Werte, aber nur 60 v. H. der Gesamtauskehr der roheren Formen und der Stahlerzeugung.

Ebenfalls sind noch zu verkokende Kohlen und Bessemererze vorhanden, die wiederum noch zur Gründung neuer Unternehmungen Veranlassung geben werden.

Es liegt in der Natur der hier in Frage kommenden Sache begründet, dass die Meinungen in ein *Für* und *Wider* auseinander gehen und kann daher nicht Wunder nehmen, wenn auch in Amerika selbst, wo die Ausbeutung der Menschen und die Selbstsucht noch ganz andere und riesigere Gestalt angenommen hat, als hier in der alten Welt, einzelne Stimmen laut werden, welche diese Einrichtungen als Geschäftsmache und als ein Mittel, die grosse Menge bisher nicht untergebrachter Vorzugsanteile auf diese Weise zu verwerten, bezeichnen.

Allein wir stehen hier unwiderlegbar vor einer Entwickelung von Geschäftsunternehmungen, für welche die bis jetzt bestehende gesetzliche Ueberwachung und Beeinflussung nicht ausreichen dürfte, und es liegt daher schon von diesem Standpunkte aus für solche Unternehmungen die Notwendigkeit vor, die Schärfen abzuschleifen und die gute Meinung der Oeffentlichkeit für sich zu gewinnen.

Wenn ferner weiter darauf hingewiesen wird, dass namentlich *George W. Perkins*, Mitinhaber des Hauses *Morgan* und Vorsitzender des Finanzausschusses des Stahltrusts, — der Urheber dieses ganzen Entwurfes der Gewinnbeteiligung ist, welchen er für die auch in Deutschland vertretene New-Yorker Lebensversicherungs-Gesellschaft, in welcher er das gleiche Amt bekleidet, vergeblich zur Einführung vorschlug, so ist doch zu hoffen, dass er für die Durchführung dieser Einrichtung Mitarbeiter findet, geeignet, die anfängliche Abgeneigtheit der misstrauischen Arbeiterschaft zu überwinden.

Es handelt sich doch für die Arbeiterschaft darum, wie werden sich diese Anteile in schlechteren Geschäftsjahren bewähren.

Mit ähnlichen Massnahmen für Gewinnbeteiligung sind, wie berichtet wird, bereits im Jahre 1893 von der Illinois Centralbahn Versuche gemacht, die fehl schlugen. Nach fünf Jahren hatten nur 750 Angestellte insgesamt nicht mehr als 2500 Anteilscheine erworben; dann scheint dieselbe das ganze Vorgehen aufgegeben zu haben. *Hierin liegt gewiss ein sehr grosser Fehler.*

Die Newyork-, Newhaven- und Hartfordbahn kündigte einen ähnlichen Plan an, gab denselben aber sofort wieder auf, als sie anfänglich Mangel an Geneigtheit für denselben fand, hier tritt also der gleiche Fehler zu Tage.

James J. Hill stellte im Jahre 1900 für 4 Millionen Mark Great-Northern Anteilscheine für die Bahnangestellten zur Erwerbung bereit. Die Scheine selbst wurden nicht übergeben, sondern nur eine Besitz-Bestätigung, mit welcher in diesem Fall kein Stimmrecht verbunden war, kein Wunder, dass hier ebenfalls keine grosse Geneigtheit zum Erwerb hervortrat.

Im vorliegenden Fall wird es ebenfalls von dem Anhalten des guten Willens bei der Geschäftsleitung, von dem Eifer, die Arbeiterschaft von der Güte des ihr gemachten Anerbietens zu überzeugen, und zuletzt nicht zum wenigsten von der richtigen Erkenntnis der letzteren, sich dies Anerbieten gesetzlich zu Nutze zu machen, abhängen, ob und wie bald ein guter Erfolg zu verzeichnen sein wird.

Die Erzielung eines solch guten Erfolges wird aber auch ebenfalls eine weitsichtige Gesetzgebung zu berücksichtigen haben.

Ist auch augenblicklich noch von keinem vollständigen Genossenschaftsunternehmen zu reden, so sind doch jedenfalls die Vorbedingungen gegeben und es bleibt abzuwarten, wie weit sich die amerikanische Arbeiterschaft der ihr hier gegenübertretenden Aufgabe gewachsen zeigt, zu welcher Bedeutung sie ihre durch die jetzigen kleinen Anfänge eingeleitete Vertretung innerhalb der Anteilhaber dieses Mammutunternehmens auszubilden befähigt ist. *E. Arp.*

Abbrennapparat für Glühkörper und Schmelzofen mit Dampfstrahlgebläse von Dr. H. Wolf.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Physiker.

In der Grossfeuerungstechnik haben die Dampfstrahlgebläse seit *Peclets* Arbeiten über diesen Gegenstand vielfach bei Dampfkesselfeuerungen praktische Anwendung gefunden, wie vor Jahren in einer besonderen Arbeit über Dampfunterwindfeuerungen von mir dargelegt worden ist. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Dampfunterwindfeuerung von *Kudlitz, Brebeck & Brandenburg* u. s. w. Da die Menge des Dampfes bei diesen Dampfkesselfeuerungen im Verhältnis zur verfeuerten Brennstoffmenge gering ist und es vor allen Dingen garnicht auf hohe Temperaturen ankommt, die letzteren vielmehr mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der direkt beheizten Kesselwandungen nicht bis zur Bildung von Stichflammen gesteigert werden dürfen, so haben die Dampfunterwindfeuerungen im Grossbetrieb bei der Feuerungstechnik sehr Verwendung finden können.

Anders liegen dagegen die Verhältnisse im Kleinbetriebe der Feuerungstechnik beim Löthen, Schmelzen, Abbrennen von Glühkörpern u. dgl.; hier muss der Konstrukteur vor allen Dingen darauf bedacht sein, dass zur Beschleunigung des Arbeitsvorganges und zur Erhöhung des wirtschaftlichen Wirkungsgrades die Temperaturen möglichst hoch werden. Dieser Forderung des Kleinbetriebes vermag das Dampfstrahlgebläse in den meisten Fällen nicht ausreichend zu entsprechen, da die Beimischung des indifferenten Wasserdampfes, dessen spezifische Wärme erheblich höher als diejenige der Verbrennungsgase selbst ist, nur als wärmeaufsaugender bezw. verzehrender Ballast wirkt. Ausserdem kommt bei den bisher bekannt gewordenen Dampfstrahlgebläsen des Kleinbetriebes, wie z. B. den Lötlampen von *Palacci,* der Umstand in Frage, dass die Regelung des Dampfstrahlgebläses viel zu wünschen übrig lässt und dadurch der Dampfverbrauch im Verhältnis zur erzielten Leistung ein zu grosser ist. Neuerdings ist auf diesem Sondergebiet durch das von Herrn Dr. *Hans Wolf* in Berlin O. konstruierte Dampfstrahlgebläse ein Fortschritt gemacht worden, der dem Dampfstrahlgebläse in dem Kleinbetriebe der Feuerungstechnik eine vielseitige Anwendbarkeit ermöglichen dürfte.

Dies Gebläse sollte zunächst zum Abbrennen von Glühkörpern dienen und durch Umgestaltung der an sich bekannten, mittels Dampfstrahlgebläses betriebenen Brauseflammen ein ähnliches Abbrennverfahren ermöglichen, wie solches für den Grossbetrieb mittels Druckluft von den grossen Beleuchtungsfirmen, wie *Auergesellschaft* u. a., durchgeführt ist.

Die bisherigen Versuche in dieser Richtung, bei welchen ununterbrochen brennende Gebläseflammen Verwendung gefunden haben, zeigen ausnahmslos den Nachteil, dass ein Abbrennverfahren keine so bequeme Regelung gestatten, wie bei Anwendung von Pressluft und dass daher die betreffenden Vorrichtungen, wie bekannt, nicht die gleiche Leistungsfähigkeit wie die Pressluftgebläse aufweisen. Dieser Nachteil wird bei dem *Wolf*schen Dampfstrahlgebläse, dessen Vertrieb die *Auergesellschaft* für Deutschland übernommen hat, dadurch vermieden, dass die zum Abbrennen der Glühstrümpfe benutzte Brauseflamme, welche zugleich auch zum Aufpressen des abzubrennenden Glühstrumpfes auf die bekannten Formen oder zum Einpressen in dieselben dienen kann, mittels des Dampfstrahlgebläses absatzweise durch Betätigung geeigneter Absperrhähne für die Dampfleitung und die Gasleitungen erzeugt wird.

Man verwendet zwecks Erzeugung möglichst hoher Temperatur entweder sehr hoch überhitzten Wasserdampf oder besser brennbare, überhitzte oder nicht überhitzte Dämpfe von brennbaren Flüssigkeiten, insbesondere von flüssigen Kohlenwasserstoffen, wie Spiritus, Benzin, Petroleum, Gasolin u. s. w. In letzterem Falle erhält man den Vorteil, dass die Temperatur infolge der Anreicherung des Leuchtgases wesentlich höher ist als bei Anwendung des Wasserdampfes. Da die Gebläsedämpfe zugleich mit dem Leuchtgase verbrennen, so leuchtet ein, dass der Ersatz des indifferenten Wasserdampfes, welcher trotz vorheriger Ueberhitzung die Verbrennungstemperatur der Brauseflamme herabmindert, durch die überhitzten oder nicht überhitzten brennbaren Dämpfe eine Herabminderung des Leuchtgasverbrauches während der Abbrennperiode bedingt.

Die zum Abbrennen von Glühkörpern dienende Vorrichtung ist in Fig. 1 in Ansicht und in den Fig. 2 bis 7 zeichnerisch dargestellt. Fig. 8 zeigt die Anwendung des Gebläses für Schmelzöfen, wie solche von den Goldarbeitern gebraucht werden.

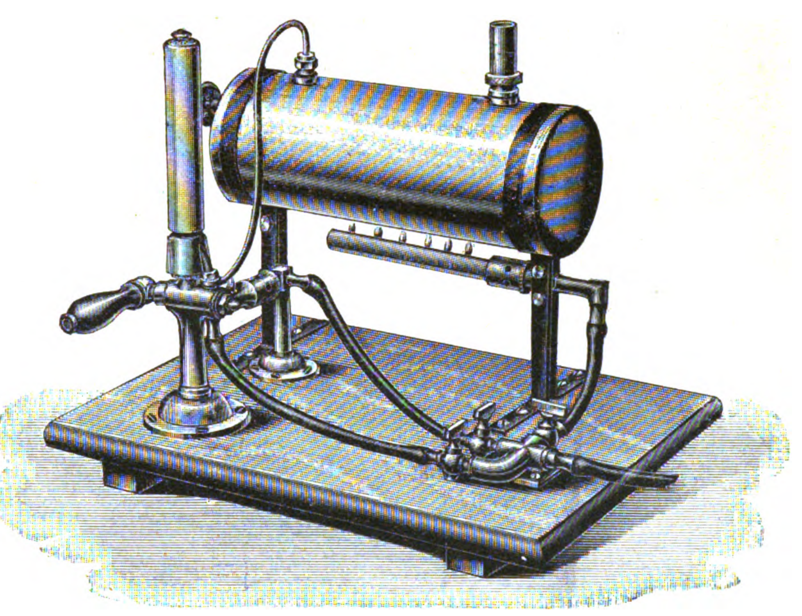


Fig. 1.

Die Vorrichtung besteht (Fig. 2—4) aus dem Dampfkessel *a*, in welchem der Gebläsedampf erzeugt wird, den Gaszuleitungen *b, c, d,* der Leitung für das Dampfgebläse *e,* den Gashähnen *f, g, h* und dem Dreiweghahn *i,* welcher je nach seiner Stellung den Kesseldampf nach dem Gebläse *k* oder nach dem Flüssigkeits-Abflussrohr *l,* in welchem eine Heizvorrichtung *w* zum Beheizen des Hahngehäuses angeordnet sein kann, entweichen lässt.

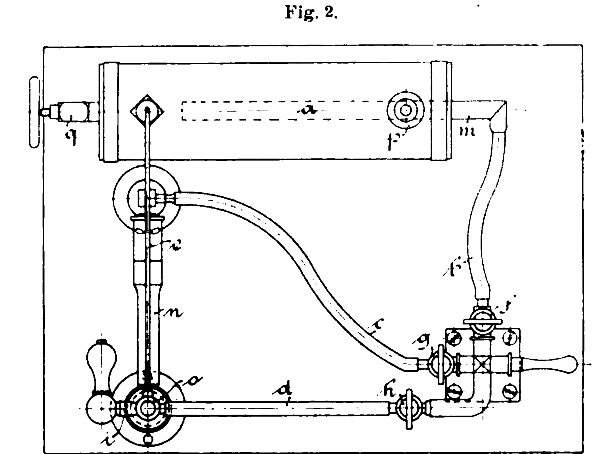
Die Gashähne *f, g, h* können von Hand oder auch *f* und *g* durch selbsttätige Regler eingestellt werden, während der Doppelhahn *i* stets von Hand eingestellt werden muss. Die von den Hähnen *f* und *g* beherrschten Leitungen *b* und *c* führen zu Bunsenbrennern *m* und *n*, von denen der erste den Kessel *a* beheizt, während der zweite die Leitung *e* erhitzt, um die Temperatur der Abbrennflamme durch Ueberhitzung des Gebläsedampfes steigern zu können. Die Leitung *d,* welche vom Hahn *h* beherrscht wird, führt, wie Fig. 3 zeigt, zu dem Rohrstück *r,* sodann durch die Durchbohrung *s* (s. Fig. 7) des Dreiweghahnendes *i* und von dort durch Knierohr *t* zum Brenner *o* der Gebläsevorrichtung. Die Durchbohrung *s* des Dreiweghahnes *i* dient zum Durchlassen des Leuchtgases bei Arbeitsstellung des Hahnes *i* und die Rille *v* auf dem Umfang des Hahnkörpers zum Durchlassen von geringer Leuchtgasmenge, damit bei abgestelltem Hahn *i* die Brennerflamme bei *o* nicht ganz erlöschen kann, sondern eine Nährflamme erhalten bleibt. Dreiweghahn *i* und Ventilge-

häuse u können, wie Fig. 4 zeigt, mittels der in Rohr l angeordneten Heizvorrichtung beheizt werden.

Der Dampfkessel a ist zwecks Beobachtung des Flüssigkeitsstandes im Kessel mit einer Schauöffnung, welche mittels Ventiles q (s. Fig. 5) verschlossen wird, sowie mit einem Sicherheitsventil p (s. Fig. 6) versehen. Nach Abschrauben des Ventils p kann der Kessel durch die Ventilöffnung mit einer beliebigen brennbaren Flüssigkeit gefüllt werden.

Durch die vorbeschriebene Konstruktion wird erreicht, dass man durch Abstellen des Hahnes i bezw. des Dampfgebläses die drei Flammen unter gewöhnlichem Gasdruck und zwar bei der in Fig. 3 dargestellten Stellung die Flamme bei o nur als Nährflamme brennen lassen kann. Die Arbeiterin

Fig. 2.



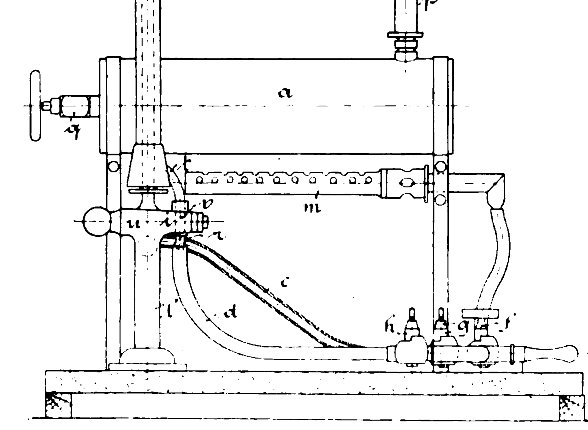


Fig. 3.

vermag daher, da ja nach richtiger Einstellung der Hähne f, g, h der Apparat keine Bedienung weiter erfordert, beide Hände zum Aufsetzen des Strumpfes auf den Brenner und nach Oeffnen des Gebläsehahnes gleichfalls beide Hände zum Bedienen des Strumpfes zu benutzen. Ferner lässt sich die Brauseflamme durch gleichzeitige Einstellung der Gas- und Gebläseleitung absatzweise bezw. in stetigem Uebergange von der Nährflamme bis zur stärksten Blauflamme wie im Grossbetrieb mittels Pressgasgebläses am Anfang der Operation einstellen.

Bei der in Fig. 8 dargestellten Gebläsevorrichtung für Schmelzöfen ist der Dreiweghahn durch einen einfachen Absperrhahn ersetzt, das Gebläserohr direkt in den Kessel eingeschraubt und im Innern desselben bis zum Dampfraum hochgebogen worden. Ferner umschliesst die Gasleitung das

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 6.

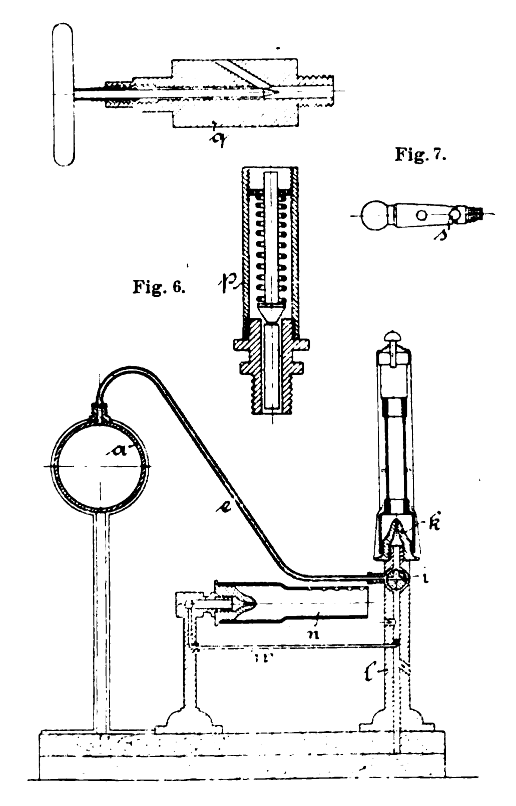


Fig. 4.

Dampfstrahlgebläserohr konzentrisch bis zu den nahe am Ende des Brennerrohres angeordneten Luftlöchern, so dass das Brennstoff-Luftgemisch unter Mitreissen einer weiteren Luftmenge nach dem Austritt aus dem Brennerrohr mit

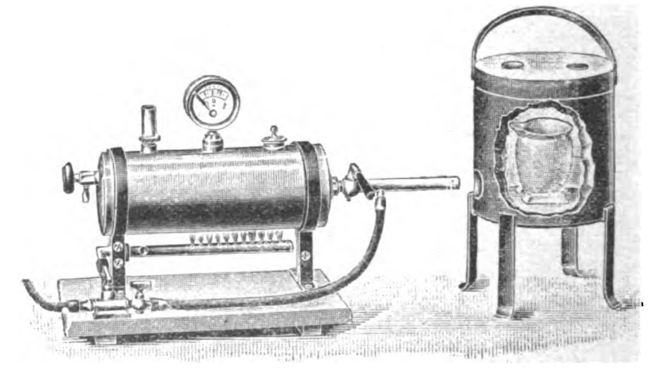


Fig. 8.

ungeschwächter Kraft in den vor dem Gebläse stehenden Schmelzofen getrieben wird und erst im Innern des Ofens die Flammenbildung erfolgt.

Französische Versuche mit Brinells Kugelprobe.

Das von *Brinell* erfundene Verfahren mittels Druckprobe mit einer Kugel nicht nur die Härte eines Materials, sondern auch seine Streckfähigkeit, Streckgrenze und Dehnbarkeit festzustellen (s. D. p. J. 1902, Bd. **317**, S. 419), hat, wie zu erwarten war, in Kreisen, die mit Materialprobierungen sich beschäftigen, im höchsten Grade interessiert. Schon beim Materialprüfungskongresse in Budapest 1901 wurden Ergebnisse solcher Proben von französischer und russischer Seite mitgeteilt und gegenwärtig wird sowohl in der Mehrzahl der europäischen Länder wie in Amerika mit Versuchen nach diesem Verfahren gearbeitet. Besonders in Frankreich interessiert man sich lebhaft für derartige Versuche. Bei einem im Juli 1902 stattgehabten Zusammenkommen französischer Mitglieder des internationalen Verbandes für Materialprüfungen der Technik berichteten die Ingenieure *Breuil* und *Charpy* über umfangreiche Reihen von Kugelproben, die sie ausführten. Die von ihnen festgestellten Ergebnisse sind in manchen Richtungen von grossem

Interesse und mag hier eine kurze Zusammenstellung derselben gegeben werden.

Die von *Breuil* durchgeführten Versuche umfassten vergleichende Zugversuche und Kugelproben an Kupfer, Eisen und neun verschiedenen Stahlsorten, wobei mit jedem Material 4 Zug- und 2 Kugelproben zur Ausführung kamen. Die Ergebnisse für die Stahlproben sind in Tab. 1 zusammengestellt. Um für die Genauigkeit eines jeden Probierverfahrens ein Mass zu erhalten, sind in Tab. 1 die Unterschiede zwischen den erhaltenen höchsten und niedrigsten Werten in Hundertteilen der höchsten angegeben.

Tabelle 1.

Probematerial	Zugfestigkeit in kg/mm^2 bestimmt durch Zerreissprobe	Grösster Unterschied im Werte der Zugfestigkeit v. H.	Grösster Unterschied der Härtezahl v. H.
Saurer Martinstahl	76,0	1,7	7,4
	64,0	9,2	11,8
	57,0	2,2	3,6
	49,0	2,9	4,4
Tiegelstahl	46,0	6,6	10,4
	44,0	2,8	11,3
Saurer Martinstahl	44,0	2,5	8,3
	33,0	7,1	6,5
Thomasstahl	40,0	1,4	1,8

Aus den bei diesen Versuchen gewonnenen Ergebnissen glaubt *Breuil* folgende Schlüsse ziehen zu können:

1. Für ein und dasselbe Metall ist die Härtezahl nicht völlig proportional der Zugfestigkeit, somit können zwei Proben mit gleicher Zugfestigkeit etwas verschiedene Härtezahlen liefern.

2. Der Koeffizient, welcher das Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Härtezahl bei demselben Material ausdrückt, wechselt zwischen 0,322 und 0,376. Wird die Durchschnittszahl aller gefundenen Koeffizienten der Berechnung der Zugfestigkeit aus der Härtezahl zu Grunde gelegt, dann liefert die Berechnung Werte, die in gewissen Fällen um 12 v. H. von den Beobachtungs-Werten abweichen. Der Fehler ist somit grösser, als der wahrscheinliche Fehler der Zugfestigkeit.

In Bezug auf die Feststellung der Streckgrenze mittels Kugelprobe betont *Breuil* die Notwendigkeit, die dazu gebrauchte 5 mm Kugel genau 2 mm von der Kante der Probe aufzustellen, weil Abweichungen hiervon das Ergebnis beeinflussen. Im übrigen fand er sehr grosse Unterschiede in den Werten für die Streckgrenze, beim Zugversuch betrugen sie zwischen 2 v. H. und 25 v. H.[1]), während die Werte der Streckgrenze, bestimmt mittels Kugelprobe, von 5 v. H. bis 35 v. H. von einander unterschieden waren. *Breuil* erachtet die Bestimmung der Streckgrenze mittels Kugelprobe als völlig unsicher.

Bei der Dehnbarkeitsbestimmung mittels Kugelprobe legt *Breuil* das grösste Gewicht darauf, dass das Probestück während des Versuches nicht gleitet, wozu es grosse Neigung zu haben scheine. Auch bei vorsichtigster Versuchsausführung scheint nach *Breuils* Versuchen kein konstantes Verhältnis zwischen der beim Zugversuch festgestellten Dehnbarkeit des Materials und der Ausbauchung bei der Kugelprobe zu bestehen und deshalb die von Brinell vorgeschlagene Dehnbarkeitsbestimmung unsichere Ergebnisse zu liefern.

Breuil führte schliesslich Versuche mit Kugeln von verschiedenem Durchmesser und mit verschiedenem Drucke aus und glaubt aus diesem gleichwie *Brinell* folgende Schlüsse ziehen zu können:

1. Die Härtezahl ist nicht völlig konstant für ein und dasselbe Material.

2. Für ein und dasselbe Material und für den gleichen Kugeldurchmesser steigt die Härtezahl mit dem angewendeten Drucke.

3. Für dasselbe Material und denselben Druck erhält man eine höhere Härtezahl mit einer Kugel mit 10, als mit 15 mm Durchmesser.

[1]) Derartige Abweichungen sind bei demselben Material und gleichem Bearbeitungszustande als abnorm zu bezeichnen. (Die Redaktion.)

Die Ergebnisse der Untersuchungen, welche Ingenieur *Charpy* gleichzeitig veröffentlichte, umfassen hauptsächlich neben einander ausgeführte Streck- und Kugelproben an Stahlsorten verschiedener Zusammensetzung. Bei den Kugelproben wurden Kugeln mit 8 mm Durchmesser bei 4000 kg Druck angewendet. Die Kugelproben wurden an der Endoberfläche der von den Proben abgeschnittenen Kopfstücke durchgeführt, die Proben also in der Walzrichtung beansprucht. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der Tab. 2 zusammengestellt und durch Verhältniszahlen ergänzt, welche die Beurteilung erleichtern. — Die mit * bezeichneten Proben beziehen sich auf Spezialstahlsorten mit Nickel- und Chromgehalt.

Tabelle 2.

Zugfestigkeit bestimmt mittels Zerreissprobe kg/qmm	Härtezahl	Verhältnis $\frac{\text{Zugfestigkeit}}{\text{Härtezahl}}$	Zugfestigkeit bestimmt mittels Zerreissprobe kg/qmm	Härtezahl	Verhältnis $\frac{\text{Zugfestigkeit}}{\text{Härtezahl}}$
30,4	80,0	0,380	49,1	142,0	0,346
32,1	91,2	0,352	50,1	146,8	0,341
35,4	95,6	0,370	*50,8	152,4	0,333
36,4	92,0	0,400	51,1	148,6	0,344
36,8	100,8	0,365	51,8	146,8	0,353
36,8	106,4	0,346	*52,1	146,8	0,355
38,1	112,4	0,339	*54,2	162,9	0,333
38,8	110,0	0,353	*54,8	153,1	0,358
39,1	114,4	0,342	55,1	158,7	0,347
40,1	118,0	0,340	56,4	162,9	0,346
41,1	114,8	0,358	56,8	166,5	0,341
41,5	114,4	0,363	*58,1	171,8	0,338
41,5	120,0	0,346	*59,4	175,2	0,339
42,1	113,6	0,371	61,5	175,9	0,350
42,8	116,0	0,369	62,7	182,7	0,343
43,1	126,4	0,341	64,4	185,3	0,348
43,8	130,0	0,337	*66,1	196,3	0,337
44,1	121,0	0,364	68,1	204,0	0,334
44,1	130,0	0,339	69,4	209,0	0,332
46,8	132,4	0,353	* 78,5	244,5	0,321
46,8	137,2	0,341	* 97,5	291,5	0,334
46,8	141,4	0,331	*109,5	338,0	0,324
49,1	140,8	0,349	*121,6	366,0	0,332

*) Spezialstahl, enthaltend Nickel und Chrom.

Zum Zwecke der Untersuchung der Härteunterschiede bei einer und derselben Stahlprobe sowie des Einflusses der Grösse des Probestückes auf die festgestellte Härtezahl führte *Charpy* zwei Reihen Versuche durch an Gussstahl. Sie zeigen, dass die nachweisbaren Verschiedenheiten nur unbedeutend waren und in allen Fällen nicht in irgend welcher Beziehung zum angewendeten Probedrucke standen. Bei Untersuchungsmaterial grösserer Härte machte sich indessen der Einfluss der Belastungsgrösse bei der Kugelprobe bemerkbar, wie die Ergebnisse, Tab. 3 zeigen.

Tabelle 3.

Probenummer	Härtezahl	
	erhalten bei 2000 kg Belastung der Kugel	erhalten bei 4000 kg Belastung der Kugel
1.	626,5	678
2.	604,5	653
3.	527,5	565
4.	451,5	476

In Zusammenfassung seiner Versuche erklärt schliesslich *Charpy* als seine Ansicht, dass die Genauigkeit der Festigkeitsbestimmung mittels Kugelprobe ebenso gross sei wie diejenige der bisher gebräuchlichen Zerreissprobe.

Den angeführten Ergebnissen mögen die folgenden Bemerkungen hinzuzufügen gestattet sein:

Was zuerst die Schlussfolgerungen seitens des Ingenieurs *Breuil* betrifft, so sind dieselben wenigstens zum Teil nicht

als allgemeingiltig anzusehen. *Breuil* führt an, dass die Berechnung der Bruchfestigkeit aus der Kugelprobe unter Annahme einer mittleren Verhältniszahl erhebliche Fehler liefert. Zweifellos ist dies nach seinen Versuchen richtig, aber dies hat seinen Grund teils darin, dass diese Verhältniszahl beständig kleiner wird, wenn der Kohlegehalt steigt aber auch darin, dass die Härte sehr verschieden ist, sobald die Kugelprobe auf der Schnittfläche parallel mit der Walzrichtung ausgeführt wird oder an der gewalzten Oberfläche senkrecht gegen die Walzrichtung. In beiden Fällen sind verschiedene Verhältniszahlen zu verwenden. Dies wurde durch Versuche ermittelt und festgestellt, die auf Kosten des Jernkontors in der Materialprüfungsanstalt der königl. Technischen Hochschule, Stockholm durchgeführt sind. Bei denselben hat sich die Notwendigkeit herausgestellt, dass für Kohlehalte von 0,0 bis 0,55 und von 0,5—1,5 v. H. je nach der Druckrichtung bei der Kugelprobe verschiedene Reduktionskoeffizienten anzuwenden sind und wurden diese Grössen der verschiedenen Reduktionskoeffizienten für schwedisches Material festgestellt. Hält man diese Vorsichtsmassregel ein, so erhält man eine erheblich grössere Genauigkeit bei der Kugelprobe, als sie zu erreichen *Breuil* glückte, und man kann behaupten, dass die mittels Kugelprobe bestimmte Zugfestigkeit bei genügender Sorgsamkeit durchschnittlich nicht mehr als 5 v. H. vom wahren Werte abweicht.

Breuils Wahrnehmung, dass die Härtezahl bei ein und demselben Metalle nicht völlig proportional der Bruchfestigkeit und ebensowenig bei ein und demselben Probestücke konstant ist, ist seit langer Zeit bekannt. Wie gross die Abweichung von der Proportionalität sein kann, ist ersichtlich an den Unterschieden der in Tabelle 2 angeführten Zahlen. Dass aber ein und dasselbe Probestück verschiedene Werte liefern kann, hat bereits *Brinell* beobachtet, als er die Anwendbarkeit der Kugelprobe zur Kontrolle der Homogenität bei ein und demselben Stahlblocke feststellte. Es liegt nicht an der Kugelprobe, sondern am Stahle selbst, dass an einem und demselben Probestücke nicht überall der gleiche Härtegrad gefunden wird.

Neuerdings wurde erwähnt, dass man von der Kugelprobe eine Genauigkeit bis auf 5 v. H. vom wahren Werte erwarten kann; hunderte von Streckproben haben dagegen ergeben, dass Zugversuche an drei Proben aus dem gleichen und in gleicher Weise bearbeiteten Stahlmateriale Festigkeitswerte liefern, die nur um 1,5—2,0 v. H. von einander abweichen.

Dr. Leo.

Kleinere Mitteilungen.

Ueber den heutigen Stand des Dampfturbinenbaus.

Von *Edwin Yanger*.

Electrical World and Engineer, No. 23, S. 906.

Der Artikel, dem mehrere Abbildungen beigegeben sind, handelt über die *Parsons*turbine. Obwohl die ersten modernen Dampfturbinen ziemlich gleichzeitig mit den ersten modernen Dynamomaschinen gebaut wurden, ist doch erst seit dem Bau grosser Wechselstromgeneratoren für hohe Tourenzahl der Verbreitung der Dampfturbinen die Bahn geöffnet worden.

Die Dampfturbine ist in mechanischer und thermodynamischer Beziehung die einfachste Dampfmaschine, indem das Drehmoment allein dadurch hervorgebracht wird, dass der Dampf zwischen den in aufeinander folgenden Reihen angeordneten Leit- und Laufschaufeln hindurchströmt. Solcher Schaufeln befinden sich in einer Maschine von jeder Art bis zu 20000. Der Dampf gelangt durch das Einlassventil zunächst in einen ringförmigen Verteilungsraum und strömt von hier sofort in die erste Reihe der Leitschaufeln. Die Schaufeln sind gekrümmte Blättchen, die radial angeordnet sind, und zwar die Leitschaufeln am Gehäuse, die Laufschaufeln auf der Achse. Die Krümmung beider Arten ist einander entgegengesetzt. Die Anzahl der Reihen schwankt zwischen 20 und 100, je nach Maschinenleistung, Dampfdruck und beabsichtigtem Vakuum. Mit zunehmender Expansion muss dem Dampfe immer mehr Raum geschaffen werden, daher wachsen die Durchmesser der einzelnen Schaufelringe. Bei einem anfänglichen Dampfdruck von 10,5 Atm. und einem schliesslichen Vakuum von etwa 0,14 Atm. (abs) erhält man das 58fache des ursprünglichen Dampfvolumens. Bei einer Kolbenmaschine mit Kondensation könnte man in der Expansion bis etwa 0,56 Atm. gehen, entsprechend dem 8fachen des ursprünglichen Volumens. Eine grössere Expansion verhindern das Anwachsen des Niederdruckzylinders und die damit unverhältnismässig sich vergrössernden Dampf- und Reibungsverluste. Selbstverständlich kann auch bei der Turbine mit Vorteil überhitzter Dampf verwandt werden.

Leider kann man den genauen Betrag der Reibungsverluste und damit die Leerlaufsarbeit nicht bestimmen, da man Indikatordiagramme nicht aufnehmen kann. Aus der Thatsache jedoch, dass bei unbelasteter Maschine nach Abschliessung des Dampfeinlassventils der Zylinder noch etwa 1/2 Stunde rotiert, kann man schliessen, wie gering die Reibungsarbeit sein muss.

Die Lager einer solchen Dampfturbine sind nach besonderen Rücksichten zu bauen. Es fehlen die schwere Last des Schwungrades und die unregelmässigen Stösse des Kolbens, dagegen muss berücksichtigt werden, dass die Drehung bei der hohen Tourenzahl nicht um die mechanische, sondern um die Schwerachse erfolgt, die im allgemeinen etwas von einander abweichen. Daher müssen die Lagerschalen im Lagergehäuse nachgiebig angeordnet sein. Die Schmierung erfolgt zwangsläufig. Bei ausgeführten Konstruktionen, die 2 1/2 Jahre lang täglich etwa 11 Stunden liefen, liess sich eine Abnützung in den Lagern nicht nachweisen.

Der achsiale Dampfdruck wird durch Dampfdruck auf eine Scheibe am Ende der Turbine ausgeglichen. Die Stopfbüchsen bestehen mit Rücksicht auf die hohe Tonrenzahl und das obenerwähnte exzentrische Schwingen aus einzelnen Ringen, die abwechselnd an der Achse und dem Gehäuse sitzen. Da die Achse keine hin und hergehende Bewegung macht, sondern nur etwas seitlich ausweicht, liegen die Seiten der Ringe eng aneinander an und verhüten so Dampfverluste.

Ein grosser Vorteil liegt in dem Fehlen jeder Steuerung. Der Regulator wirkt einzig auf das Einlassventil und veranlasst, dass die nötige Dampfmenge in die Turbine einströmt. Gleichzeitig muss er bei aussergewöhnlicher Beanspruchung, wie Kurzschluss der Dynamo und Bruch irgend eines Teiles, selbsttätig den Dampf absperren.

Zum Schluss sei noch die leichte Zugänglichkeit der wichtigen Teile erwähnt, da man hierzu nur den Deckel der Turbine abzunehmen braucht.

Neues Analysierungsverfahren bei Legierungen, welche Blei, Zinn und Antimon enthalten.[1])

Allgemein ist es bekannt, dass die analytische Bestimmung von Blei, Zinn und Antimon in einer Legierung eine der schwierigsten Arbeiten ist, welche einem Chemiker aufgetragen werden kann; sowohl die Auflösung, wie die quantitative Trennung und Bestimmung dieser Stoffe haben bereits lange Zeit die Forscher beschäftigt und eine erhebliche Anzahl von Verfahren für solche Bestimmungen sind bekannt gegeben worden, ohne dass eine einzige derselben eine mehr allgemeine Benutzung bislang gefunden hat.

Das bekannteste Arbeitsverfahren in dieser Beziehung ist zweifellos das *Finkener*sche[2]) geworden, nach welchem das Blei und andere in Legierungen vorfindliche Stoffe, wie Arsen, Zinn und Antimon durch Glühen der gewogenen Probe im Chlorgasstrom abgeschieden werden. Hierbei werden letztgenannte drei Stoffe als flüchtige Chloride abdestilliert und in einer mit verdünnter Salzsäure und Weinsäure gefüllten Vorlage aufgesammelt. Die nicht destillierbaren Stoffe — Blei u. a. m. — werden in Königswasser gelöst und in gewöhnlicher Weise bestimmt.

Die in der Vorlage gesammelte Chloridlösung von Arsen, Zinn und Antimon wird stark mit Salzsäure angesäuert, worauf das Arsen mit Schwefelwasserstoff ausgefällt wird; alsdann wird der Ueberschuss der Lösung an Schwefel mit Kaliumchlorat verbrannt, reiner Eisendraht zugesetzt, wonach metallisches Antimon in schwarzen Flocken sich ausscheidet, die gesammelt, erst in Sulfid und alsdann in Oxyd übergeführt, geglüht und gewogen werden.

[1]) Jernkont-annaler, 1902, Heft 12, Beilage: nach *Sigurd Burmann.*

[2]) *Lunge*, „Chemisch-technische Untersuchungsmethoden", II, S. 285.

Aus der Lösung von Antimonniederschlägen wird das Zinn mittels Schwefelwasserstoff abgeschieden und das erhaltene Sulfid mit Ammoniumkarbonat durch Glühung in Zinnoxyd umgewandelt.

Das eben beschriebene Verfahren nimmt, wie aus der gegebenen kurzen Darstellung zu erkennen ist, eine ansehnliche Zeitdauer in Anspruch, wie auch die Durchführung sowohl der Chlordestillation und die übrigen Manipulationen grosse Erfahrung und weit getriebenes Arbeitsgeschick beim Analytiker voraussetzen.

Sigurd Burmann hat bei seinen Arbeiten im chemisch-technischen Bureau zur Umgehung dieser angedeuteten Schwierigkeiten ein Analysierungsverfahren zusammengestellt, welches nach seiner Erfahrung genaue Ergebnisse liefert und vorzugsweise dadurch sich kennzeichnet, dass die verschiedenen Bestandteile aus *nur einer Lösung der Legierung* derselben ausgefällt werden können und zwar jeder einzelne für sich. Das Verfahren zeichnet sich zugleich durch hochgradige Einfachheit aus und kann kurzer Hand wie folgt dargelegt werden.

In einem kleinen Becherglase wird $^1/_2$ g Feilspähne der zu behandelnden Legierung mit soviel Salzsäure übergossen, dass letztere die Probe überdeckt; gleichzeitig werden 2 bis 3 g Weinsäure mit soviel Brom hinzugefügt, dass die Auflösung ihren Anfang nimmt, die durch Erwärmung bis auf 30 bis 50° Celsius beschleunigt wird. Durch Anwendung von Brom erreicht man ausserdem den Vorteil, dass nicht so viele Krystalle aus der Lösung ausgeschieden werden, wie bei der Behandlung derselben mit Königswasser, da Bleichloridkrystalle die Auflösung ansehnlich zu verzögern pflegen. Sobald völlige Lösung erfolgt ist, wird das Brom wieder ausgetrieben durch Zusatz einiger Tropfen Salzsäure und Salpetersäure.

Aus dieser Lösung wird das Blei als Bleichlorid durch Zusatz der zehnfachen Menge von mit Aether gemischtem absoluten Alkohol ausgefällt. Der erhaltene Niederschlag wird anfänglich mit weinsäurehaltigem Alkohol ausgewaschen, in einen tarierten Tiegel gegeben und nach seiner Trocknung bei 200° Cels. gewogen. Das Bleichlorid kann auch in Sulfat übergeführt und als solches gewogen werden.

Nach Abscheidung des Bleies aus der Lösung wird letztere verdünnt und verkocht bis der grösste Teil des Alkohols verdampft ist und das Kochen bis zu neutraler Reaktion mit Ammoniak fortgesetzt. Hierauf werden 10 bis 15 g Natriumhyposulfit zugesetzt und wird die Lösung zu 700 bis 800 *cbcm* verdünnt, und zum Kochen gebracht. Nach wenigen Augenblicken Kochens ist die rote Schwefelantimonfällung zusammengekocht und sinkt zu Boden. Man setzt alsdann weiter Salzsäure in kleinen Quantitäten zu und fährt damit so lange fort, bis eine weitere Ausfällung von Schwefelantimon nach dem letzten Zusatze nicht mehr stattfindet.

Wenn beim ersten Salzsäurezusatze in solcher Weise das gesamte Antimon ausgefällt wird oder ein gleicher nochmals gemacht werden muss, dann scheint dies Folge zu sein einer grösseren oder geringeren Dissociation innerhalb der Lösung, die an sich vom Grade ihrer Verdünnung bedingt wird.

Trifft man im übrigen noch Antimon im Filter zurückgeblieben, dann ist es nicht erforderlich, den Gang der Analyse zu unterbrechen, denn es genügt, während eines Augenblickes Schwefelwasserstoff dazu einzuleiten, ohne dass man im Mindesten Gefahr läuft, gleichzeitig damit auch Zinn auszufällen, weil dieser Fall in der schwefelsauren gesättigten Lösung erst nach mehreren Minuten ununterbrochener Zulassung von Schwefelwasserstoff eintritt.

Der Schwefelantimonniederschlag ist auf tariertem Filter zu sammeln, bei 100° Cels. zu trocknen und zu wiegen. Weil der Niederschlag indessen mit Schwefel gemischt ist, entspricht das gefundene Gewicht nicht der tatsächlichen Gewichtsmenge von Schwefelantimon. Um letzteres zu ermitteln, ist nach erfolgter Trocknung des Niederschlages davon ein beliebig grosser Teil in einem *Rose*schen Porzellantiegel mit einem Gaszuleitungsrohre im Deckel abzuwiegen und vorsichtig durch zugelassenen Kohlensäurestrom zu glühen. Das Glühen muss so lange fortgesetzt werden, bis das Gewicht des Tiegels *konstant* bleibt, alsdann ist der Niederschlag in reines Schwefelantimon übergegangen — Sb_2, S_3 — und dann kann aus dem festgestellten Gewichte berechnet werden, wie viel Schwefelantimon und somit auch wie viel „reines Antimon" der auf dem Filter gesammelte und gewogene Niederschlag enthält.

Eine andere Bestimmungsweise des mit Hyposulfit erhaltenen Niederschlags besteht darin, denselben mit Salpetersäure zu behandeln, wobei er in antimonsaures Antimonoxyd übergeführt und in gewöhnlicher Weise gewogen bezw. berechnet wird.

Unter anderem wird auch Wismuth und Kupfer von Natriumhyposulfit ausgefällt. Von diesen Stoffen wird das Schwefelantimon durch Lösung mit Ammoniak getrennt, worin Schwefelkupfer und Wismuthsulfit unlöslich sind.

Aus dem soeben Gesagten geht hervor, dass ein durch Natriumhyposulfit erzielter Antimonniederschlag auf Grund seines Gehalts an Schwefel nicht unmittelbar gewichtlich festgestellt werden kann; der wechselnde Schwefelgehalt ist auch die Veranlassung, dass die Ansichten über die Art und Weise, in welcher das Antimonnatriumhyposulfit auszufällen, auch heute noch keineswegs übereinstimmen.

Nach *Dammers*[3]) Angabe verläuft die Reaktion nach der Formel:

$$4\, Sb_2Cl_3 + 3\, Na_2S_2O_3 + 6\, H_2O$$
$$= Sb_2S_3\; Sb_2O_3 + 3\, NaSO_4 + 12\, HCl.$$

Fresenius[4]) dagegen beschreibt die Antimonbestimmung mit Natriumhyposulfit bei Gegenwart von Oxalsäure und denkt sich nachfolgenden Verlauf dabei:

$$2\, Sb_2 . Cl_3 + 3\, NaS_2O_3 = Sb_2OS_2 + 6\, NaCl + 4\, SO_2.$$

Bei der Lösung, welche beim Abfiltrieren des Antimonniederschlages erhalten wird, werden Zinn und Arsen nach der Ansäuerung mit Schwefelwasserstoff der Lösung als Sulfide ausgefällt. Dies erfolgt am besten ohne Erwärmung, weil die grosse Schwefelmenge sonst infolge der Erwärmung durch Zusammenbacken die Auswaschung verhindert. Durch Kochen mit sauerem Kaliumsulfit wird das Arsensulfit gelöst und das Zinnsulfit auf dem Filter gesammelt. Die Waschung geschieht mit Schwefelwasserstoffwasser, versetzt mit Ammoniumacetat in genügender Menge, um zu verhindern, dass der Niederschlag durch das Filter geht. Alsdann wird das Filter in einen Porzellantiegel eingelegt und durch vorsichtige Glühung in Zinnoxyd ($Sn\,O_3$) übergeführt. Endlich wird ein erbsgrosses Stück Ammoniumkarbonat eingelegt, stark geglüht bei aufgelegtem Tiegeldeckel, wodurch das Zinnoxyd von der Schwefelsäure befreit und als ganz rein gewogen wird.

Zu bemerken ist, dass Arsen sehr oft nur in geringer Menge in den Legierungen als Verunreinigung vorkommt und deshalb an dieser Stelle unberücksichtigt bleiben kann, da es beim Glühen von Zinn sich verflüchtigt. Eine besondere Probe inbezug auf Zinn wird durch Destillation mit Salzsäure, Eisenchlorid und Eisensulfat wie gewöhnlich ausgeführt.

Die Vorteile, welche das beschriebene Verfahren liefert, bestehen in der Hauptsache in einem vereinfachten Verfahren bei der Lösung von Legierungen und in der dabei erreichbaren Möglichkeit ohne vorausgegangene gemeinsame Ausfällung und Auflösung von Schwefelmetallen, Zinn und Antimon quantitativ von einander zu trennen, sowie durch diese Vereinfachungen eine sehr grosse Zeitersparung bei Ausführung ähnlicher Analysen zu erreichen. *Dr. Leo.*

Bosch's Lichtbogenzündung für 4 Zylindermotoren.

Bei diesem neuen, magnet-elektrischen Zündapparat erfolgt die Zündung durch einen kleinen Lichtbogen, welcher sich ohne Verwendung einer Induktionsspule unmittelbar zwischen Kontakten einer Zündkerze bildet.

Der Zündapparat besteht aus 3 Hauptteilen
1. dem eigentlichen Stromerzeuger,
2. der Unterbrechung,
3. der Verteilung.

Der Stromerzeuger ist nach dem gleichen Prinzip gebaut, wie die bekannte Bosch-Zündung mit Abreissvorrichtung. (D. p. J. 1899, Bd. **314** S. 109.) Zwischen den Polschuhen von 3 kräftigen Stahlmagneten ist ein Anker feststehend gelagert; zwischen diesem und den Polschuhen dreht sich eine eiserne Hülse, die aus 2 symmetrisch angeordneten Zylindersegmenten besteht. Die Wicklung des Apparates zerrfällt in 2 Teile; der eine, aus wenigen Windungen dickeren Drahtes bestehend, sei als primärer Stromkreis bezeichnet, der andere mit vielen Windungen dünneren Drahtes, als sekundärer. Der Anfang der primären Wicklung ist mit dem Ankerkörper leitend verbunden, das Ende ist isoliert durch die hintere Ankeraxe zu einer Klemme geführt, von welcher ein kleines Kabel *h* die Verbindung mit der Kontaktschraube *a* des Unterbrechers herstellt. Die sekundäre Wicklung ist eine Fortsetzung der primären, ihr Anfang ist an das Ende der letzteren angelötet. Das Ende der sekundären Wicklung geht durch die hintere Ankeraxe, von dieser und dem Ende der primären Wicklung isoliert, nach *g* zum

Die Unterbrechung des primären Stromkreises erfolgt durch den Hebel *b*, welcher durch eine Feder gegen die Unterbrecherscheibe *c* gedrückt wird. Letztere ist mit vier Einkerbungen versehen, in welche der Hebel *b* einfällt, so dass der obere Arm von *b* gegen die Kontaktschraube *a* gepresst und der primäre Stromkreis geschlossen wird. Am Ende der einzelnen Einkerbungen wird der Hebel *b* von der Schraube *a* weggezogen und der Strom unterbrochen. Parallel zur Unterbrechung ist der Kondensator *d* geschaltet.

Die Unterbrecherscheibe *c* ist auf ihrer hinteren Seite als Verteiler ausgebildet; zu diesem Zweck trägt sie einen Messingring *e* (in der schematischen Darstellung rechts herausgezeichnet), dessen Segment *f* immer je einer der vier Kohlenbürsten 1, 2, 3, 4 den hochgespannten Strom vermittelt, der durch eine fünfte Kohlenbürste *g* den Verteilerring *e* von dem Stromabnehmer zugeführt wurde.

Die Wirkungsweise des Apparats beruht darauf, dass durch die Drehung der Hülse in der Wicklung des Ankers ein Wechsel-

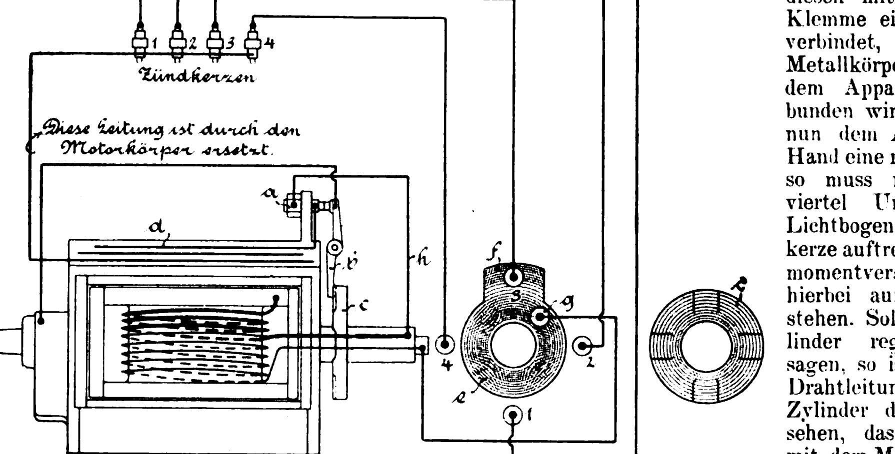
[3]) „Handbuch der anorganischen Chemie."
[4]) „Zeitschrift für analytische Chemie", Jahrgang 27.



strom erzeugt wird, welcher während einer Umdrehung der Hülse 4 Strom-Maxima aufweist. Durch den Unterbrechungshebel *b* wird nun der primäre Strom im geeigneten Augenblick geschlossen. Hierdurch fliesst in der primären Wicklung ein kräftiger Strom, welcher auf die den Strom erzeugenden magnetischen Kraftlinien eine Rückwirkung ausübt und dieselben gewissermassen zurückdrängt. Durch das plötzliche Unterbrechen des Stromes hört die Rückwirkung auf, wodurch eine schnelle Aenderung der Kraftlinienzahl im Anker hervorgerufen wird. Durch diese Aenderung steigt die in der sekundären Wicklung induzierte Spannung so hoch, dass zwischen den Kontakten der Zündkerze ein Funken überspringt. Dieser vermindert den Luftwiderstand an der Uebergangsstelle so, dass der durch die Drehung des Ankers erzeugte Strom dem Funken folgt und als Lichtbogen zwischen den Kontakten übergeht. Die Wirkungsweise des Apparats beruht also darauf, dass ein hochgespannter Strom durch einen überspringenden Funken einen Strom von niederer Spannung gewissermassen eine Brücke bildet, auf welcher der letztere als Lichtbogen übergeht.

Das Charakteristische dabei ist, dass beide Ströme in ein und derselben Wicklung erzeugt werden. Jeweils im Augenblick der Unterbrechung steht das Segment *f* des Verteilers *e* unter einer der vier Bürsten, so dass sich der Lichtbogen immer nur in einem Zylinder bildet.

Der günstigste Lichtbogen tritt auf, wenn man die Unterbrechung zu Beginn der wirksamen Induktion erfolgen lässt; in diesem Augenblick hat die Hülse je ihre horizontale oder vertikale Stellung um einige Grad in der Drehrichtung überschritten. Von dieser Stellung aus kann die Unterbrechung innerhalb eines Drehwinkels von etwa 30° in Beziehung auf die Hülse beliebig erfolgen; es ist deshalb der Hebel *b* verstellbar angeordnet.



Da nun die Zündung bei diesem Apparat durch einen Lichtbogen erfolgt, so muss die Konstruktion der Zündkerze so gewählt sein, dass das Ausbrennen der Kontaktstellen nicht zu schnell erfolgt. Es sind deshalb anstatt einer Uebergangsstelle mehrere angeordnet, so dass sich die Abnützung verteilt.

Im allgemeinen wird der Lichtbogen um so intensiver sein, je kleiner die Luftzwischenräume zwischen den Kontakten sind; weil hierdurch der Widerstand, den der Lichtbogen beim Uebergang überwinden muss, in gleichem Masse kleiner wird. Am günstigsten zeigt sich ein Zwischenraum von 0,3 bis 0,4 mm.

Da die Entstehung des hochgespannten Funkens von dem richtigen Wirken des Unterbrechers abhängt, so sind bei einer etwa vorkommenden Unregelmässigkeit zunächst die Kontaktstellen desselben nachzusehen; sind die Platinkontakte zu sehr abgenutzt, so müssen sie durch neue ersetzt werden. Der Apparat kann auf richtiges Arbeiten dadurch probiert werden, dass man an den Stromabnehmer einen Draht anschliesst und diesen mit der isolierten Klemme einer Zündkerze verbindet, während der Metallkörper derselben mit dem Apparatkörper verbunden wird. Erteilt man nun dem Anker mit der Hand eine rasche Drehung, so muss nach je einer viertel Umdrehung ein Lichtbogen an der Zündkerze auftreten. Die Zündmomentverstellung muss hierbei auf Frühzündung stehen. Sollte nur ein Zylinder regelmässig versagen, so ist zunächst die Drahtleitung zu diesem Zylinder darauf nachzusehen, dass sie nirgends mit dem Motorkörper Verbindung hat und dass sie nicht unterbrochen ist.

Ist hier der Fehler nicht zu finden, so sind die Kohlenbürsten des Verteilers zu untersuchen. Während des Betriebs ist Berühren des Stromabnehmers oder der Verteilungsklemmen und Drähte streng zu vermeiden, weil die elektrischen Schläge, welchen man hierbei ausgesetzt ist, sehr empfindlich sind.

Bücherschau.

Die internationalen absoluten Masse, insbesondere die elektrischen Masse, für Studierende der Elektrotechnik, in Theorie und Anwendung, dargestellt und durch Beispiele erläutert von Dr. *A. von Waltenhofen*. Dritte, zugleich als Einleitung in die Elektrotechnik bearbeitete Auflage. Mit 42 eingedruckten Figuren. Braunschweig 1902. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn.

Die vorliegende dritte Auflage des bekannten Werkes ist sehr wesentlich erweitert worden, besonders in dem zweiten, als „Zusätze und Erläuterungen" bezeichneten Teil, der fast den dreifachen Umfang des ersten, die Massysteme behandelnden Teiles erhalten hat und nach des Verfassers Absicht eine Einleitung in die Elektrotechnik darstellen soll. Er hat dabei den theoretischen Teil der Elektrotechnik im Auge, was bei Beurteilung des Werkes zu berücksichtigen ist. Diese Einführung erscheint infolge der klaren, immer wieder auf Beispiele bezug nehmenden Darstellungsweise, der steten Berufung auf ausgeführte Versuche und der fortlaufenden Litteraturhinweise und geschichtlichen Notizen zunächst für den Studierenden sehr empfehlenswert, wird aber auch dem angehenden Praktiker noch gute Dienste leisten, zumal sie auch auf technische Anwendungen eingeht, z. B. auf die Berechnung der Ampèrewindungen einer Dynamo, auf die Leitungsberechnung auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus.

Der ebenfalls erweiterte erste Teil bildet eine vorzügliche Einführung in das absolute Massystem. Der Verfasser versteht es, das Interesse des Lesers für diesen an sich recht spröden Stoff durch klare, ausführliche, nirgends aber weitschweifige Behandlung wach zu halten.

Berichtigung.

Durch ein sehr bedauerliches Versehen der Druckerei ist der Fortsetzung der Arbeit des Herrn *von Hanffstengel* über

„Die Hebezeuge auf der Düsseldorfer Ausstellung"

in Heft 11, S. 171, die Ueberschrift des ebenfalls in Veröffentlichung begriffenen Aufsatzes desselben Verfassers „Moderne Lade- und Transporteinrichtungen u. s. w." gegeben.

Wir bitten, hiervon gefl. Kenntnis nehmen und das Versehen entschuldigen zu wollen.

Die Redaktion.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 13. Berlin, 28. März 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Versuch zu einer Erklärung der Erscheinungen des unvollkommenen Kontaktes.

Von Dr. **A. Koepsel.**

Die sonderbaren Erscheinungen, welche der unvollkommene Kontakt zeigt, die hauptsächlich in letzter Zeit seit der Verwendung desselben in der drahtlosen Telegraphie zu Tage getreten sind, haben bisher den Gelehrten und den Technikern viel Kopfzerbrechen verursacht und haben eine Reihe von Erklärungen gezeitigt, von denen aber bis jetzt keine die sämtlichen Erscheinungen zu deuten vermag.

Als die einfachste und ungezwungenste Erklärung, welche, wenn ich nicht irre, wohl zuerst von *Slaby* ausgesprochen wurde, erscheint die, welche die Widerstandsänderung durch Zusammenschweissen des Kontaktes erklären will, woher sich auch der Name Fritter für solche Kontakte eingebürgert hat. Es lassen sich so ja allerdings verschiedene dieser Erscheinungen erklären, andere indessen fallen vollständig heraus, so z. B. die Tatsache, dass gewisse Kontakte im Gegensatz zu anderen eine Widerstandsvermehrung statt einer Verminderung aufweisen und dass sich die Erscheinung auch bei Kontakten in flüssigen und selbst festen Dielectricis zeigt.

Wohl hauptsächlich die letztere Erscheinung führte zu einer anderen Erklärung, die die elektrostatische Kapazität solcher Kontakte ins Auge fasst. Wenn die letztere auf den ersten Blick auch unendlich klein erscheint, so zeigt doch eine nähere Betrachtung, dass hier trotz der Kleinheit der Elektroden doch ansehnliche Kapazitäten im Spiele sein können, da diese Elektroden eine so geringe Entfernung von einander besitzen, dass schliesslich der Ausdruck für die Kapazität die Form $^0/_0$ annimmt, d. h. dass die Kapazität beliebige Werte annehmen kann.

Eine dritte Erklärung endlich glaubte man darin gefunden zu haben, dass man annahm, jedes Metallteilchen sei von einer Gasschicht umgeben, welche die metallische Berührung verhindert und durch einen Funken explosivartig fortgeschleudert wird, so dass nun eine metallische Berührung eintritt.

Alle diese Erklärungen sind nicht imstande, die Gesamtheit der Erscheinungen unter sich zu begreifen, auch dürfte die hohe Empfindlichkeit, welche der unvollkommene Kontakt besitzt, kaum die Voraussetzung eines Funkens, welche bei der Mehrzahl der Erklärungen notwendig ist, rechtfertigen. Die wichtige Erscheinung der Selbstauslösung, welche allen unvollkommenen Kontakten mehr oder weniger eigen ist, tritt als ein neues Moment hinzu, um alle bisherigen Erklärungen über den Haufen zu werfen, und wenn man auch die Selbstauslösung in vielen Fällen durch minimale Erschütterungen zu erklären geneigt sein könnte, so tritt diese Erscheinung doch auch da auf, wo diese Erklärung versagt, z. B. bei der *Schäfer*schen Platte.

Da ich mich ziemlich lange und eingehend mit dieser Materie beschäftigen konnte, so habe auch ich nacheinander die angeführten Theorieen anerkannt und wieder verworfen, und je weiter ich in diese Materie eindrang, um so weniger konnte ich die Erscheinungen mit den bisherigen Theorieen in Einklang bringen.

Bis vor kurzem noch inmitten der Praxis stehend, in der man für Theorieen gewöhnlich leider keine Zeit hat, lag mir der Wunsch, die Theorie mit der Praxis in Uebereinstimmung zu bringen, ferner als jetzt, wo ich hierzu genügende Musse habe, um meine Erfahrungen zu sammeln und zu sichten; und so bin ich auf eine Erklärung gekommen, die meines Wissens bisher niemand ausgesprochen hat, und die bei aller Einfachheit mir nicht nur sämtliche bisher beobachteten Erscheinungen zu erklären scheint, sondern auch eine Aufklärung über die hohe Empfindlichkeit des unvollkommenen Kontaktes gibt und zugleich einen Fingerzeig, wie man diese Empfindlichkeit zu steigern imstande ist. Danach wären diese Erscheinungen auf eine reine Wärmewirkung zurückzuführen.

Bekanntlich ist die in einem Leiter durch den elektrischen Strom erzeugte Wärme proportional mit $J^2 r$, wenn J den Strom und r den elektrischen Widerstand des Leiters bedeutet. *Braun* hat nun seinerzeit darauf aufmerksam gemacht, dass die Wärmemenge, welche ein Strom hervorruft, von dem Strome abhängig ist, welcher bereits in dem Leiter fliesst. Ist nämlich w die Wärmemenge, welche ein Strom i hervorbringt, so ist, wenn vorher kein Strom vorhanden war:

$$w = i^2 r$$

War indessen schon ein Strom J vorhanden, der an sich die Wärmemenge W hervorbringt, so ist

$$W + w = (J + i)^2 r$$

d. h. da $W = J^2 r$

$$w = 2 J i r + i^2 r$$

d. h. also: Die Wärmemenge, welche die Aenderung des ursprünglichen Stromes hervorbringt, ist angenähert proportional dem ursprünglichen Strome.

Wenden wir dies auf den unvollkommenen Kontakt an: Derselbe wird immer von einem konstanten Strome durchflossen, kommen hierzu die durch die elektrischen Wellen erzeugten Stromstösse, die bald gleich, bald entgegengesetzt gerichtet sind, so können wir den dadurch erzeugten thermischen Vorgang durch folgende Gleichung darstellen:

$$W + w = (J \pm i)^2 r$$

Also

$$w = \pm 2 J i r + i^2 r$$

Die durch die Wechselströme hervorgerufene Aenderung der Wärmemenge ist also positiv oder negativ je nach der Stromrichtung und proportional dem ursprünglichen Strome, d. h. sie addiert sich in der Hauptsache nicht einfach zu der bereits vorhandenen Wärmemenge, sondern sie addiert oder subtrahiert sich je nach der Stromrichtung; der Teil, welcher sich immer addiert, ist unendlich klein von der zweiten Ordnung.

Es treten also Wärmepulsationen auf, welche dem ursprünglich vorhandenen konstanten Strome angenähert proportional sind.

Bei diesem Vorgange wird also der Widerstand des unvollkommenen Kontaktes den Wärmepulsationen folgen, d. h. er wird um einen Mittelwert oszillieren mit der Periode des Unterbrechers, und so kommt es, dass in einem eingeschalteten Telephon die Periode des Unterbrechers zu Gehör kommt.

Die Tatsache, dass man in einem empfindlichen Galvanoskop je nach Umständen eine Stromvermehrung oder auch Verminderung beobachtet, von welcher auf eine Widerstandsverminderung oder Vermehrung geschlossen werden muss, würde ihre Erklärung darin finden, dass in der Hauptsache nur der Unterbrechungsfunke wirkt, sodass $+i$ absolut einen viel grösseren Wert hat als $-i$, sodass die Pulsationen hauptsächlich nur nach einer Seite erfolgen, woraus je nach der Richtung des konstanten Stromes eine Widerstandsvermehrung oder Verminderung folgen würde.

Im übrigen würden auch etwaige Widerstandsänderungen nach einer anderen als der erwarteten Richtung an sich gegen die entwickelte Theorie nicht sprechen, da der unvollkommene Kontakt ein so verwickeltes Ding ist, dass hier sekundäre Erscheinungen das Hauptresultat nicht nur zu verschleiern, sondern sogar vollkommen zu entstellen geeignet sind.

Man denke sich nur den jetzt wohl gebräuchlichsten Kontakt zwischen Kohle und Stahl. Der Widerstand desselben setzt sich zusammen aus dem Widerstand der Kohle, dem des Stahles und einem undefinierbaren, der in der Hauptsache wohl aus Luft und einem Gemisch von Kohle- und Stahlpartikelchen besteht. Was aus diesem Widerstande bei Erwärmung wird, kann man mit dem besten Willen nicht voraussagen; denn die Kohle vermindert ihren Widerstand, der Stahl vermehrt den seinen, und der dritte undefinierbare Widerstand kann infolge von Verschiebung der Partikelchen jeden beliebigen Wert annehmen.

Wenn sich also eine Verminderung zeigt, wo vielleicht eine Vermehrung erwartet wurde, oder umgekehrt, so kann dies nicht Wunder nehmen, ausschlaggebend ist nur, dass im Telephon immer nur die Oszillation des jeweiligen Widerstandswertes beobachtet wird, welche sich aus obiger Theorie zwanglos erklären lässt; alles andere ist sekundärer Natur und hängt von den Versuchsbedingungen ab.

Der Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung liesse sich einwandfrei dadurch führen, dass man den unvollkommenen Kontakt durch einen metallischen Widerstand ersetzt, der so beschaffen ist, dass die in Frage kommende minimale Energiemenge ihm eine genügende Temperaturerhöhung erteilen kann, dass er den Temperaturschwankungen genügend schnell folgen kann und einen Widerstand und eine Masse von der Grössenordnung des unvollkommenen Kontaktes besitzt. Ein solcher Widerstand müsste dieselben Erscheinungen zeigen, wie der unvollkommene Kontakt, nur die sekundären Störungen würden fortfallen.

Mit einem Platinband von 1 mm Breite, 0,001 mm Dicke und 60 Ohm Widerstand glückte es mir noch nicht, die erwartete Erscheinung zu erhalten, da jedenfalls die Masse dieses Widerstandes noch viel zu gross ist, als dass die geringe Energie der elektrischen Wellen darin eine genügende Temperaturerhöhung hervorbringen konnte, um die der Empfindlichkeit des Telephons entsprechende Widerstandsänderung zu bewirken. Ich glaube indessen, dass ein versilberter Quarzfaden von genügender Feinheit diesen Bedingungen bereits genügen würde. Derselbe würde dann einen Empfangsapparat darstellen, der an Zuverlässigkeit nichts zu wünschen übrig liesse und dessen Empfindlichkeit nur durch seine Stromkapazität begrenzt wäre. Vielleicht würde auch ein sehr dünner, bis zur Weissglut erhitzter Kohlefaden schon die Erscheinung zeigen, da in ihm die primäre Stromstärke auf einen sehr hohen Wert gebracht werden kann.

Leider habe ich jetzt keine Gelegenheit, diesen Beweis experimentell zu führen und habe ich mich daher entschlossen, diese Arbeit der Oeffentlichkeit zu übergeben in der Hoffnung, dass jemand, der diese Gelegenheit hat, sich dadurch angeregt fühlt, dieses interessante Experiment anzustellen.

Im übrigen würde, die Richtigkeit dieser Erklärung vorausgesetzt, zugleich der Weg angedeutet sein, den man gehen muss, um zu möglichst empfindlichen und exakten Empfangsapparaten in der drahtlosen Telegraphie zu gelangen.

Dieser Weg ist dadurch bezeichnet, dass man trachtet die primäre Stromstärke möglichst gross zu machen, ebenso den Widerstand, die Masse des Widerstandes aber möglichst klein. Alle übrigen im Stromkreise enthaltenen Widerstände (Batterie und Telephon) müssten klein sein gegen den Widerstand des eigentlichen Empfängers. Will man, auch wenn obiges Experiment zu positiven Ergebnissen führt, von dem unvollkommenen Kontakt, der immerhin trotz aller sonstigen Nachteile, die zu Störungen Veranlassung geben, die Grösse des Widerstandes und seine im Verhältnis dazu geringe Masse für sich hat, nicht absehen, so muss man solche Kontakte wählen, deren kritische Spannung möglichst hoch ist, d. h. bei denen der Kontakt trotz hoher Spannung (und Stromstärke) noch unvollkommen bleibt und deren Wärmeleitungsfähigkeit möglichst gering ist.

Bezeichnet man mit r den Widerstand eines solchen Empfangsapparates, mit m seine Masse, und mit i die maximale Stromstärke, die er auszuhalten vermag, ohne an seiner Eigenschaft der Widerstandsänderung einzubüssen, so kann man seine Empfindlichkeit ausdrücken durch

$$E = \frac{r\,i}{m}$$

d. h. je grösser E ausfällt, desto grösser ist seine Empfindlichkeit. Hat E ungefähr den Wert 1000 $^{\text{Ohm-Amp.}}/_{\text{g}}$, so tritt die erwartete Erscheinung noch nicht auf, wie ich mich durch ein Experiment überzeugte; ich vermute indessen, dass mit $E = 100\,000$ $^{\text{Ohm-Amp.}}/_{\text{g}}$ sich die Erscheinung in einem metallischen Widerstand schon deutlich zeigen dürfte.

Alle mir bis jetzt bekannten Erscheinungen des unvollkommenen Kontaktes lassen sich auf diese Weise zwanglos erklären, auch die *Schäfer*sche Platte und selbst die Kontakte in flüssigen und festen Dielectricis fallen hierunter. Auch die Tatsache, dass man durch Hintereinander- oder Parallelschaltung solcher Kontakte keinen Vorteil erreicht, ergiebt sich ohne weiteres aus dieser Theorie und die sogenannte Selbstauslösung entpuppt sich als eine einfache Wärmeerscheinung. Man könnte hiernach den unvollkommenen Kontakt als eine Umkehrung des Bolometers betrachten. Vielleicht dürfte gerade diese letztere Erwägung viel zu seiner Verbesserung und Vervollkommnung beitragen.

In wie weit thermoelektrische Effekte hier mit im Spiele sind, müsste der Versuch ergeben. Jedenfalls dürften manche Komplikationen auch noch solchen Effekten zuzuschreiben sein, wodurch die Aussichten auf Vervollkommnung dieses Empfangsapparates aber nur erweitert werden.

Schnellbetrieb auf den Eisenbahnen der Gegenwart.

Von Ingenieur **M. Richter**, Bingen.

(Fortsetzung von S. 167 d. Bd.)

Auf den britischen Inseln hat sich die $^2/_4$ gekuppelte Zwillingslokomotive gleichzeitig mit ihrer Schwester auf dem Festland entwickelt, aber nicht gleichartig, sondern mit unwandelbarer Erhaltung englischer Bauart in allen Eigenheiten des Geschmackes und durchaus einheitlich auf allen Bahnen und in allen Stufen der Entwicklung, welche allerdings meistens nur eine solche der Grössenverhältnisse, aber keine Verbesserung der Wirkungsgrade, von wenigen Ausnahmen abgesehen, gewesen ist. Die Charakteristik der englischen Lokomotive ist: innerer Rahmen mit inneren Zylindern und innenliegender Steuerung (fast ausschliesslich *Stephenson*, manchmal *Joy*), äussere (Kupplungs-) Kurbeln

meist kürzer als die inneren (Trieb-) Kurbeln, vorderes Drehgestell mit Druckauflage in der Mitte und seitlicher Verschiebbarkeit, tiefe Feuerbüchse zwischen den beiden Hinterachsen; Kessel von mittlerer Grösse und Höhenlage, mit Dom auf dem Mittelschuss: *Ramsbottom*sches Sicherheitsventil meist über der Feuerbüchse, vor dem Führerstand, welcher bei einigen Bahnen hinsichtlich des Schutzes der Mannschaft sehr verbesserungsbedürftig ist. Rauchkammer von mässiger Länge mit verschwindend kurzem Kamin (bei der höchstzulässigen Höhe von nur 4,07 m über S. O.), welches allerdings oft tief in die Rauchkammer hinein verlängert und durch Düsen in seiner Wirkung unterstützt ist.

Sehr viel, manchmal unnötig viel, wird auf das Aeussere gegeben und gehalten; die Formgebung möglichst elegant in geschweiften Zügen, mit Vermeidung alles schwülstigen Stangen- und Röhrenwerkes; die Lackierung übertrieben bunt, oft lächerlich grell für unsern Geschmack, daher dem Zweck der Maschine wenig entsprechend und jedenfalls mit sehr grossem Putzaufwand verknüpft.

Dies Gesamtbild der englischen Maschine geht aus den Abbildungen ohne weiteres hervor und wird durch die fünfreihige Tabelle der Hauptabmessungen wirksam ergänzt, welche dieses Kapitel eingeleitet hat. Was die Leistungen der $^2/_4$ gekuppelten Zwillingslokomotive betrifft, so ist dieselbe in England stets bedeutend stärker angestrengt worden, als auf dem Festland, während die gute englische Kohle, stellenweise auch die Oelfeuerung, noch zur Vergrösserung dieser Leistung beiträgt. So hat auch diese Maschinengattung im letzten Jahrzehnt, seit dem grossen „Wettrennen nach Aberdeen" (1895) besonders zu Schnellfahrten mit schwereren Zügen herhalten müssen oder über schwierigere Strecken, wo die beliebte ungekuppelte Gattung nicht ausreichen kann; lange Zeit (und noch jetzt) hat sie in England die Vorherrschaft im Schnellverkehr gehabt, und ähnlich wie in Amerika, war sie auch dort von vornherein einer höheren Brauchbarkeit zugänglich, wo der Achsdruck bis auf 19 t gehen darf, so dass ein schwererer stärkerer Kessel und eine höhere Zugkraft Hand in Hand für die vierachsige Lokomotive sich eigneten; die tote Last (d. h. die Belastung des Drehgestells) ist viel geringer, als bei gleichschweren diesseitigen Mustern, der kommerzielle Wirkungsgrad ist folglich durch die hohen Achsdrücke gesteigert worden; gleichzeitig war infolge der inneren Zylinder ein ruhiger Gang gerade für das Schnellfahren erzielt.

Wie in Amerika, so stand also auch in England die Lokomotive von jeher unter günstigeren Zeichen als bei uns, weil die Bestimmungen eben viel leichter sind; so ist in Deutschland jetzt endlich der Achsdruck von 16 t freigegeben, so dass sehenswerte Leistungen der vierachsigen Lokomotive nun schon eher möglich sind. Bei den englischen (und besonders amerikanischen) Lokomotiven dagegen sind hohe Leistungen selbstverständlich; die untere Grenze des Achsdruckes sind etwa 17 t, und dazu passen die meist grossen Zylinder mit ihren grossen Kolbenhüben.

In Besprechung der einzelnen Typen ist folgendes wichtig:

7. *Die Schnellzuglokomotive der englischen Westbahn* ist eine für diese Bahn typische, hocheleganté, äusserst moderne Erscheinung. Die Rahmen liegen hier, wie bei den meisten Maschinen der G. W. R., aussen, auch für das Drehgestell, wodurch die Stützbreite grösser, der Gang also ruhiger wird. Ausserdem ist aber noch ein vollständig durchgeführtes Paar Innenrahmen vorhanden, so dass also der Hauptrahmen doppelt ist und zwar jedenfalls mit Rücksicht auf die Beanspruchung der gekröpften Welle, für welche natürlich die Lagerung trotz des Aussenrahmens noch einmal möglichst nahe an den Kurbelebenen erfolgen muss. Die Zylinder mit Kolbenschiebern liegen schwach geneigt. Auch der Kessel zeigt Eigentümlichkeiten: er ist domlos (wie bei der G. N. R.), trägt das Sicherheitsventil an der Stelle des Domes, besitzt verlängerte Rauchkammer und hohe *Belpaire*-Feuerbüchse, und hat ziemlich grosse, sehr wirksame Heizfläche: 277 Rohre von nur 3,46 m Länge und 47 mm äusserem Durchmesser, wodurch jedenfalls eine etwas kostspielige, aber sehr rasche Verdampfung erzielt wird, wie es der Dienst dieser Maschinen verlangt. Der flache Tender besitzt bei 37 t Dienstgewicht 13,6 cbm Wasserinhalt und ist mit Schöpfer versehen. Von der Ausrüstung ist die Dampf-Umsteuerung zu erwähnen.

Von dieser Gattung sind 40 Stück in den *Swindon*-Werkstätten der Bahn nach den Plänen des Oberingenieurs *Dean* seit 1900 gebaut worden (Fig. 52).

Die G. W. R. besitzt nicht weniger als 29 verschiedene, zum Teil mehrere Male des Tages ausgeführte Schnellfahrten im Fahrplan über 80 km/Std., von denen die schnellste

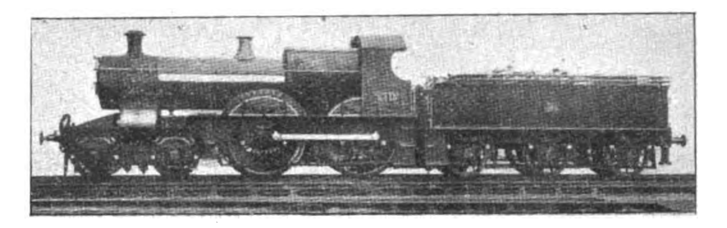


Fig. 52. Englische Westbahn.

zwischen London und Bath (172 km in 1 Std. 58 Min.) mit 87,4 km/Std. im Durchschnitt gemacht wird. Die hier beschriebene $^2/_4$ gekuppelte Lokomotive der „Atbara"-Klasse besitzt einen grossen Teil des Ruhmes dieser Fahrten; abwechselnd mit den bereits beschriebenen (D. p. J. 1902, Bd. **317**, S. 543) $^1/_4$ gekuppelten fährt sie auf den besten, sowie auf schwierigen Strecken mit gleicher Bravour, und stets ohne Vorspann. Die Hauptlinien dieses Dienstes sind London—Exeter—Bristol—Plymouth („fliegender Holländer") und London—Birmingham. Das Zugsgewicht beträgt 190 bis 250 t hinter dem Tender, die Fahrgeschwindigkeit auf freier Strecke schwankt zwischen 95 und 105 km/Std. und steigt bis 115 km/Std. auf günstigen Gefällen; Steigungen von 1/80 werden mit 40 km/Std. überwunden; die rechnungsmässige Leistung beträgt auf der Steigung etwa 700, auf der Ebene etwa 1000 PS.

Auch die längste und schnellste Weitfahrt der Erde wird von dieser Lokomotive täglich dreimal ausgeführt:

London—Exeter 311 km in 3 Std. 38 Min. ohne Halt, also 85,7 km/Std. im Durchschnitt.

Bei einer Zuglast von 240 t h. T. beträgt die Grundgeschwindigkeit des Zuges 97 km/Std. (60 engl. Meilen).

Es verlohnt sich, der Maschine die Leistungen auf dieser fahrplanmässigen Fahrt nachzurechnen:

Zugsgewicht $Q = 240$ t
Maschinengewicht (einschl. Tender) $M = 90$ t
Gesamtgewicht $G = M + Q = 330$ t.

Widerstand nach *Barbier*:

$$\left.\begin{aligned} w_M &= 3{,}8 + 0{,}9\, V \frac{30 + V}{1000} \\ w_Q &= 1{,}6 + 0{,}3\, V \frac{50 + V}{1000} \end{aligned}\right\} \text{kg/t},\ V \text{ in km/Std.}$$

Daher a) auf der Horizontalen: $V = 97$ km/Std.

$$\left.\begin{aligned} w_M &= 3{,}8 + 0{,}9 \,.\, 97 \frac{30 + 97}{1000} = 3{,}8 + 11 = 14{,}8 \\ w_Q &= 1{,}6 + 0{,}3 \,.\, 97 \frac{50 + 97}{1000} = 1{,}6 + 4{,}3 = 5{,}9 \end{aligned}\right\} \text{kg/t}$$

$$W_M = w_M\, M = 14{,}8 \,.\, 90 = 1330 \text{ kg}$$
$$W_Q = w_Q\, Q = 5{,}9 \,.\, 240 = 1420 \text{ kg}$$
$$W = W_M + W_Q = 1330 + 1420 = 2750 \text{ kg Widerstand}$$
$$N = \frac{W\,V}{270} = \frac{2750 \,.\, 97}{270} = 980 \text{ PS Leistung}$$

Andererseits ist aber

$$n = 5310 \frac{V}{D} = 5310 \frac{97}{2040} = 252 \text{ Touren/Min.}$$

Ferner ist die innere Heizfläche

$$H_i = 0{,}9 \,.\, H_a = 0{,}9 \,.\, 154 = 139 \text{ qm}$$

somit zu erwarten (s. Tabelle).

$$N = a\, H \sqrt{n} = 0{,}46 \,.\, 139 \sqrt{252} = 1010 \text{ PS Leistung.}$$

Der Unterschied der obigen 980 gegen 1010 ist sehr gering. Endlich

$$\frac{N}{H} = \infty \frac{1000}{139} = \infty\ 7{,}2\ ^{PS}/_{qm}.$$

Ein vorzüglicher Wert bei Zwillingsmaschine!

Ferner ist b) auf der Steigung 1/80 ($s = 12{,}5$ $^{m}/_{km}$): $V = 40$ $^{km}/_{Std.}$

$$w_M = 3{,}8 + 0{,}9 \ .\ 40 \frac{90 + 40}{1000} = 3{,}8 + 2{,}5 = 6{,}3\ ^{kg}/_{t}$$

$$w_Q = 1{,}6 + 0{,}3 \ .\ 40 \frac{50 + 40}{1000} = 1{,}6 + 1{,}1 = 2{,}7\ ^{kg}/_{t}$$

$$W_M = 6{,}3\ .\ \ 90 = 570 \text{ kg}$$
$$W_Q = 2{,}7\ .\ 240 = 650 \text{ kg}$$
$$W_h = \ 570\ +\ 650\ = \mathit{1220} \text{ kg}$$
$$W_s = (270 + 90)\, 12{,}5 = \mathit{4100} \text{ kg}$$
$$W = W_h + W_s = 1220 + 4100 = \mathit{5320} \text{ kg Widerstand.}$$

Der erforderliche Adhäsionskoeffizient ist deshalb $\frac{5310}{36200} = \frac{1}{6{,}8} = 0{,}147\ ^{kg}/_{t}$ ein sehr mässiger Wert, welcher bei dem Adhäsionsgewicht der neuen deutschen Lokomotiven (32 t) auch nur $^1/_6$ betragen, somit das Zulässige noch nicht erreichen würde ($^1/_5$ bis $^1/_4$). Ferner ist

$$N = \frac{5320\ .\ 40}{270} = \mathit{790} \text{ PS Leistung.}$$

Andererseits ist aber

$$n = 5310 \frac{40}{2040} = 104\ ^{Touren}/_{Min.}$$

somit zu erwarten

$$N = a\,H\,\sqrt{n} = 0{,}46\ .\ 139\ \sqrt{104} = \mathit{660} \text{ PS Leistung,}$$

es muss also die zu erwartende Leistung durch den Kessel um volle 130 PS trotz der geringen Tourenzahl übertroffen werden. Es erscheint dies immerhin etwas zweifelhaft, und eher ist anzunehmen, dass der grösste Teil der Steigung durch den Anlauf des Zuges überwunden und erst zum Schluss der Kessel übermässig beansprucht ist.

Der Arbeitsgewinn durch Anlauf (Geschwindigkeitsgefäll von 105 auf 40 $^{km}/_{Std.}$ beispielsweise) beträgt

$$\triangle A = 3{,}93\ .\ (240 + 90)\ .\ (105^2 - 40^2) = 12\,200\,000 \text{ mkg;}$$

und genügt somit zur Hebung des Zuges von 330 t Gewicht auf eine Höhe von $\frac{12\,200\,000 \text{ mkg}}{330\,000 \text{ kg}}$ = rund 37 m; bei 1/80 entspricht dies einer Länge von $s = \frac{37}{12{,}5 : 1000} \simeq 3$ km, da ja die Widerstandsarbeit von der Lokomotive verrichtet wird. Die erforderlichen Leistungen der Heizfläche wären ferner $\frac{660}{139} = 4{,}75$ und $\frac{790}{139} = 5{,}7\ ^{PS}/_{qm}$, letzteres bei nur 104 Touren, d. h. 7 Dampfschlägen in einer Sekunde durch den Kamin, nicht recht denkbar.

Immerhin zeigt diese Rechnung eine vorzügliche Lokomotive, und dies nicht nur auf dem Papier, sondern im fahrplanmässigen Betrieb. Viele deutsche (und andere!) Lokomotiven zeigen viel höhere Leistungsfähigkeit, aber im Fahrplan ist keine Spur davon zu merken.

Die *Westbahn* besitzt 4 Hauptklassen moderner Schnellzuglokomotiven; deren Triebräder absteigend um je einen Fuss im Durchmesser verschieden sind:

1. $^2/_4$ gekuppelte, Triebräder 7′ 8″ engl. (2340 mm) für Flachland;
2. $^2/_4$ gekuppelte, Triebräder 6′ 8″ engl. (2090 mm) für Hügelland;
3. $^2/_4$ gekuppelte, Triebräder 5′ 8″ engl. (1720 mm) für Gebirgsland.

Die beiden letzteren unterscheiden sich in garnichts als im Triebraddurchmesser. Die Kessel aller drei sind zu dem ganz gleich. Auch die letzte, die Gebirgsklasse ist vorwiegend im Schnellverkehr mit Geschwindigkeiten über 80 $^{km}/_{Std.}$ (im Fahrplan!) tätig.

4. $^3/_5$ gekuppelte, Triebräder 2030 mm, wie No. 2, diese ganz neue Klasse für schwersten Schnellzugsdienst im Hügelland soll später beschrieben werden.

8. *Die Schnellzuglokomotive der Caledonischen Bahn* besitzt annähernd dieselbe Leistungsfähigkeit wie die vorige, aber höhere Zugkraft. Der Rahmen liegt innen, die ganze Bauart ist sehr gedrängt; die Schieberkasten z. B. liegen einander zugekehrt zwischen den Zylindern vertikal, so dass kaum für den Schieber noch Platz geblieben ist; derselbe ist übrigens ein gewöhnlicher nicht entlasteter Flachschieber ohne *Trick*schen Kanal. Die tiefe Feuerbüchse zwischen den Triebachsen hat ein langes Feuergewölbe; der in die Rauchkammer verlängerte Kamin besitzt eine starke äussere Verkleidung. Die Umsteuerung geschieht je nach Belieben, mit Handhebel, Schraube oder Dampf. Wie in sehr vielen Fällen ist auch hier die vordere Triebachse durch doppelte Schraubenfeder, die hintere durch gewöhnliche Blattfeder abgefedert. Der Tender läuft vierachsig, auf zwei Drehgestellen und besitzt keinen Schöpfer. Die Bremse ist ausnahmsweise *Westinghouse* (in England meistens Vakuumbremse). Der Kessel besitzt eine ähnliche Verdampfungsfähigkeit wie beim vorigen Beispiel (265 Rohre von 3,5 m Länge) (Fig. 53a).

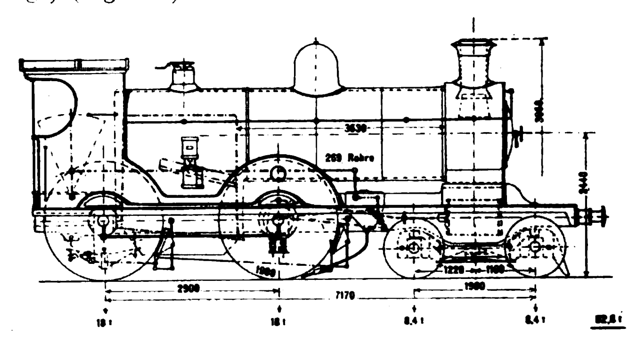


Fig. 53a. Caledonische Bahn.

Die Lokomotive, zur „Breadalbane“-Klasse gehörig, ist die dritte Entwicklungsstufe der im Jahre 1896 in den *St. Rollox*-Werkstätten der Bahn nach den Plänen des Oberingenieurs *Mc Intosh* gebauten „Dunalastair“-Klasse, welche ihren Namen nach ihrem in kurzer Zeit durch seine vorzüglichen Leistungen berühmt gewordenen Vertreter erhielt. Im Jahre 1896 machte nämlich diese Klasse täglich die damals schnellste Fahrt der Erde: Perth—Forfar 52,3 km in 32 Min., also ein fahrplanmässiger Durchschnitt von 98 $^{km}/_{Std.}$ Das Zugsgewicht war nur 120 t hinter dem Tender, aber die Strecke ist ungünstig, scharfe Steigung mit kurzen schwachen Gefällen abwechselnd; trotzdem wurde oft die Fahrzeit um eine Minute noch gekürzt, so dass der Durchschnitt („start-to-stop“) 101 $^{km}/_{Std.}$ ausmachte. Die Dauergeschwindigkeit auf freier Strecke betrug dabei etwa 113 $^{km}/_{Std.}$ (70 engl. Meilen).

Züge von 200 t h. T. mussten mit 97 km auf wagerechter Strecke befördert werden. In der Folge ist jedoch die Fahrzeit des Zuges Perth-Forfar auf 33 Min., d. h. auf 95 $^{km}/_{Std.}$ ermässigt worden, trotz der Einführung schwererer Lokomotiven, jedenfalls weil die Züge immer schwerer wurden, und noch jetzt ist dies eine der besten englischen Schnellfahrten, welche täglich ein paar Mal mit den 300 t schweren schottischen Schnellzügen London—Aberdeen gemacht wird. Die längste und schnellste Weitfahrt der Cal. Bahn ist Carlisle—Stirling, 190 km in 2 Std. 18 Min., also ein Durchschnitt von 82,7 $^{km}/_{Std.}$

Die Vorläufer dieser Gattung waren kaum von ihr zu unterscheiden, nur die Abmessungen etwas geringer. Das hinderte aber nicht die erfolgreiche Beteiligung an dem grossen „Wettrennen nach Aberdeen“ im Jahre 1895, welches von den konkurrierenden Bahnlinien (nämlich östlich die Nordbahn, Nordostbahn und Nordbritische Bahn, westlich die Nordwestbahn und Caledonische Bahn) ausgetragen wurde. Am 23. August wurde schliesslich die Strecke London—Aberdeen, 865 km, in 8 Std. 32 Min. zurückgelegt, entsprechend 101 $^{km}/_{Std.}$ durchschnittlich, oder nach Abzug der 7 Min. Aufenthalt auf im ganzen 3 Stationen 103 $^{km}/_{Std.}$, wobei allerdings die Zuglast nur etwa 50 t h. T. betrug.

Die Vorzüge dieser „Breadalbane“-Klasse haben die *belgische Staatsbahn* veranlasst, sich genau dieselbe Maschine zu beschaffen, und zwar die ersten vier von *Neilson, Reid & Co.*, Glasgow, die übrigen von verschiedenen belgischen Firmen;

die neueren mit etwas verstärkten Abmessungen, grösserem Führerhaus, Zugklappe auf dem Kamin u. s. w. Es hat sich gezeigt, dass die englischen Lokomotiven bedeutend stärker sind, als die gewöhnlichen der belgischen Staatsbahn, welche bereits beschrieben worden sind (D. p. J. 1902 Bd. 317 S. 650). Es folgt hier die Abbildung dieser neuen Lokomotive (Fig. 53b).

9. *Die Schnellzuglokomotive der englischen Ostbahn* (G. E. R.) erbaut 1900 in den Bahnwerkstätten zu Stratford nach den Plänen des Oberingenieurs *J. Holden*, war in Paris im selben Jahre ausgestellt. Die Merkwürdigkeiten der Maschine sind: vor allem die Oelfeuerung, dann der Abdampfinjektor, die pneumatische Umsteuerung und Wasserschöpfvorrichtung, im übrigen zeigt dieselbe die gleiche Bauart wie die vorige Lokomotive: innere Rahmen, innere geneigte Zylinder mit *darunter* liegenden Schieberkästen von derselben Neigung aufwärts, hochliegender (2515 mm über S.O.) Kessel von hoher Verdampfungsfähigkeit (274 Messingrohre von 3680 mm Länge).

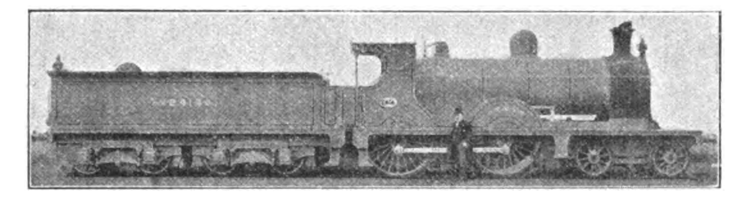


Fig. 53b. Belgische Staatsbahn.

Die Feuerbüchse, über der Hinterachse liegend, besitzt ein langes Feuergewölbe, welches sich an eine steinerne Schutzmauer für die vordere Wand anschliesst, sowie einen sehr tiefen Aschfall als Luftfang. Sämtliche Stehbolzen sind gelenkig, System *Stone*. Bei reiner Oelfeuerung dient als Unterlage des Feuers eine glühende Schicht von Chamottebrocken, durch welche zugleich die Verbrennungsluft vorgewärmt wird; bei gemischter Feuerung ist eine Kohlenschicht die Unterlage. Mit Hilfe des verstellbaren Blasrohres von *Mc'Allan* wird im ersten Fall der Zug gemässigt, im zweiten Fall verstärkt.

Fig. 54. Englische Ostbahn.

Der Oelbehälter (Oelrückstände, Teer) von 3.3 t Inhalt hängt im Kohlenraum des Tenders. Der dickflüssige Teer wird durch eine mit Kesseldampf betriebene Heizschlange verflüssigt und vor dem Eintritt in die Zerstäuber noch durch den Abdampf der *Westinghouse*pumpe nachgeheizt. In den Zerstäubern wird durch konzentrische dreifache Düsen eine innige Mischung von Teer, heisser Luft und Kesseldampf herbeigeführt, und diese Mischung in einem Strahl in die Feuerbüchse geworfen. Die Zerstäubung wird durch einen konzentrisch um die Auswurfdüse vor der Einwurföffnung (kurzer Kupferrohrstutzen) liegenden Ringbläser bewirkt, welcher mit Kesseldampf arbeitet und zugleich injektorartig Luft mit ansaugt. Die heisse Luft für den Zerstäuber wird in der Rauchkammer gewonnen; unter der Thüre derselben liegt nämlich, nach vorn offen, ein Trichterrohr, welches unter der Ejektorwirkung der Zerstäuber, frische Luft in eine im Innern der Rauchkammer konzentrisch an der Wand herumlaufende doppelte Heizschlange einsaugt, sodass dieselbe stark erhitzt und in diesem Zustand dem Zerstäuber zugeführt wird.

Diese nach jeder Seite hin genial ausgedachte Anordnung, Patent *Holden*, hat sich von allen als beste erwiesen; natürlich ist der Dampfverbrauch ein ziemlich hoher, da Frischdampf dreimal gebraucht wird; jedoch kann darunter die Leistungsfähigkeit des Kessels nicht leiden, denn die Verdampfungsziffer des Petroleums ist rund doppelt so hoch, als diejenige der Steinkohle, und für die Wasserstationen kommt der Verbrauch ebenfalls nicht in Frage, denn die Bahn arbeitet mit Wassertrögen; der dreiachsige Tender besitzt eine Pressluftvorrichtung zur Betätigung des Schöpfers. In praktischer Weise ist übrigens der grosse gusseiserne Tenderzugkasten als Hauptluftbehälter ausgebildet. (Fig. 54).

(Genaueres möge man in der „Zeitschrift d. Ver. d. I.“, 1902 S. 317 ff. bei *Brückmann* „Die Lokomotiven der Pariser Weltausstellung 1900“ nachlesen, wo eine sehr eingehende Beschreibung dieser Lokomotive mit Skizzen etc. zu finden ist.)

Es kann wiederholt werden, dass man es hier mit einer Schnellzuglokomotive zu tun hat, deren Hauptfähigkeit es ist, Fahrzeit zu halten unter allen Umständen, wozu einerseits das Petroleum als Brennstoff selbst, andererseits die Entlastung des Heizers von schwerer Arbeit beiträgt. „The punctual Great Eastern“ ist ein stehender Ausdruck geworden. Das Zugsgewicht beträgt 240 bis 330 t h. T. auf Strecken mit Steigungen bis 1/85, wie sie zwischen London und Cromer, York und Harwich vorkommen.

Fig. 55a. Feuerbüchse.

10. *Die Schnellzuglokomotive der englischen Südwestbahn*, erbaut 1899 in den Bahnwerkstätten Nine-Elms nach den Plänen des Oberingenieurs *Drummond*, ist ebenfalls eine beachtenswerte Erscheinung, welche mit der Aussicht auf künftigen Wegfall des Vorspanns ins Leben gerufen worden ist. Der durch das geringe englische Normalprofil begrenzten Grösse des Kessels soll hier auf eigenartigem Wege nachgeholfen werden: durch 2 Bündel von Stahlrohren von 51 mm Durchmesser und 3 mm Wandstärke, welche quer den oberen Teil der Feuerbüchse mit Gefäll durchziehen. Das vordere Bündel enthält 36, das hintere 25 Rohre, und die Neigungen beider Bündel sind einander entgegengesetzt, sodass der Wasserumlauf noch verbessert wird. Die Bündel sind von aussen zugänglich, indem über die Mündungen Verschlusskappen des Feuerbüchsmantels gelegt sind. Diese Kappen sind gegenseitig durch lange Stehbolzen, welche die Rohre

durchziehen, mittels Gewindeköpfen versteift (Fig. 55a u. b entnommen aus „Engineering“, 16. Juni 1899).

Die tiefe, zwischen den Triebachsen liegende Feuerbüchse besitzt gerade unter dem vorderen Rohrbündel ein langes

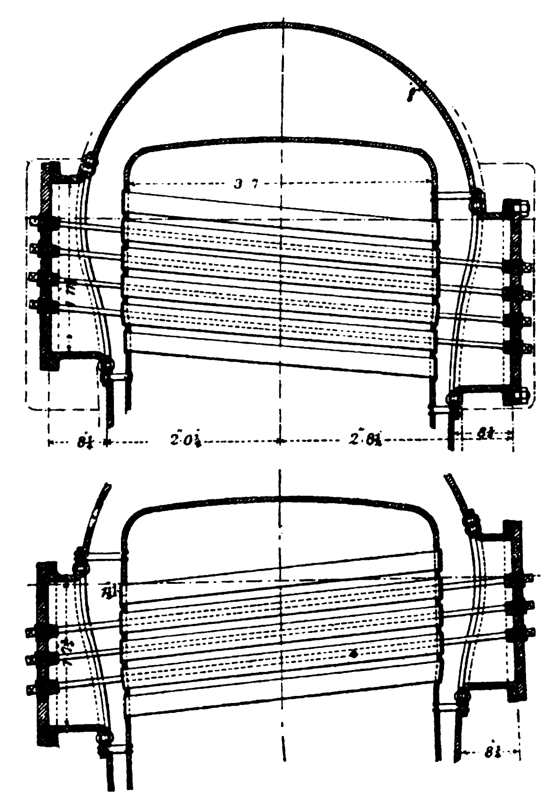


Fig. 55b. Feuerbüchse.

Feuergewölbe. Ihre direkte Heizfläche von 13,8 qm wird durch die Querrohre auf 29,2 qm gebracht, also auf mehr als das Doppelte. — In betreff der Anordnung des Triebwerks muss auch hier gerügt werden, dass die Schieber zwischen die beiden Zylinder gezwängt sind.

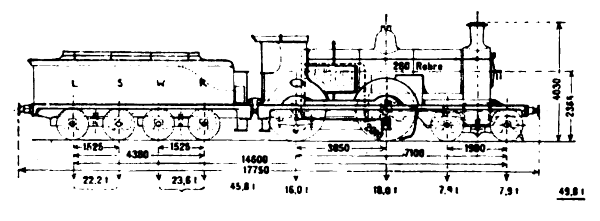


Fig. 56a. Südwestbahn

Die neueren Maschinen dieser Art haben vierachsigen Tender von 18 cbm Wasserinhalt; die Drehgestelle haben Innenrahmen (Fig. 56a, b).

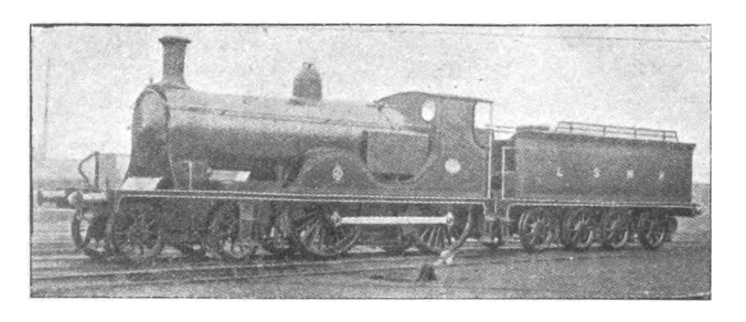


Fig. 56b. Südwestbahn.

Eine andere Maschine der gleichen Bahn ist der eben besprochenen ganz gleich ausgeführt bis auf Anordnung der Zylinder. Das Triebwerk ist nämlich das bereits beschriebene (D. p. J. 1901, Bd. 316, S. 351) Doppelzwillingstriebwerk von *Drummond*; 2 äussere Hochdruckzylinder treiben die hintere, zwei innere Hochdruckzylinder die vordere Triebachse und die beiden Achsen sind nicht mit einander gekuppelt. Vorteil dieser Anordnung ist der leichte Gang der ungekuppelten Maschine; Nachteile sind dagegen: kleine Zylinder, also grosse Füllungen, doppelte Niederschlagsverluste gegenüber der einfachen Zwillingsmaschine, doppeltes Triebwerk ohne ausgeglichene Massen, endlich grösseres Dienstgewicht ohne Gegenleistung; die Anordnung ist daher zu verwerfen.

Die Abmessungen dieser Gattung (bis jetzt zehn Stück, wovon die fünf ersten ohne Wasserröhren) sind ebenfalls unter b) in der Tabelle enthalten.

Die schnellste Fahrt der „London and South Western Railway“ ist Basingstoke—Vauxhall 74,8 km in 54 Minuten, entsprechend einem Durchschnitt von 83,2 km/Std., die längste und schnellste Weitfahrt ist London—Bournemouth, 173 km in 2 Std. 6 Min., also ein Durchschnitt von 82,2 km/Std.

Für gemischten Dienst ist die erste Gattung mit kleineren Triebrädern, 1700 mm statt 2010 mm, im übrigen genau gleich, gebaut worden.

Die anderen englischen Bahnen besitzen ebenfalls Lokomotiven von dem in 5 Beispielen gezeigten Typus, die sich nur äusserlich unterscheiden, sonst aber alle so ziemlich gleiche Betriebszwecke mit denselben Leistungen zu erfüllen haben. Die englische Bauart hat sich ausser in Baden und Belgien noch besonders in Holland, auf der französischen Westbahn und in Schweden Anerkennung verschafft; meistens sind diese Bahnen auch mit englischem Fabrikat versorgt; dasselbe gilt für Indien, Südamerika, Aegypten und Australien. —

Die Rundschau über $^2/_4$ gekuppelte Zwillingslokomotiven muss damit geschlossen werden, ohne dass gesagt sein soll, dass nicht noch viele hervorragende Muster mit vorzüglichen Leistungen in Europa und Amerika aufzutreiben wären. Aber um den Rahmen des Themas nicht zu sehr zu erweitern, mögen die herausgegriffenen Muster als besonders hervorragend durch ihre Leistungen und konstruktiven Eigenheiten dem Zwecke genügen.

Ueberschaut man noch an Hand der Tabelle S. 163 die Gesamtheit der aufgeführten Zwillingslokomotiven, so ist zu bemerken:

Die grösste Zugkraft wird ebenso wie grösste Leistung, von der Lokomotive der „Delaware Lackawanna und Western Bahn“ entwickelt, was mit ihrer grossen Adhäsion einerseits, und ihrer sehr grossen Rostfläche andererseits zusammenhängt.

Mittlere Zugkräfte und Leistungen finden sich bei den englischen und bei der preussischen Heissdampflokomotive, alle hinsichtlich der Leistung auf einer Stufe, abgesehen von der etwas schwächeren Maschine der englischen Südwestbahn. Diejenige der Westbahn hat geringste Zugkraft bei der grossen Leistung, ist also ein richtiger Flachlandrenner, während die vierzylindrige der Südwestbahn zugleich hohe Zugkraft aufweist, somit für ungünstiges Terrain bestimmt ist. Zwischen beiden steht die Heissdampflokomotive, gleich gut geeignet für Schnellfahren im Flachland wie für schwere Züge im Hügelland, sowie noch besonders ausgezeichnet durch ziemlich weite Grenzen der Leistungsfähigkeit, welche längere Zeit um etwa 30% gesteigert werden kann, während bei den übrigen ausnahmslos so ziemlich die höchste Leistung schon eingesetzt ist. Gibt man der Heissdampflokomotive amerikanisch hohe Adhäsion, womit eine entsprechende Vergrösserung des Kessels eintreten kann, so gewinnt sie mit leichter Mühe das Feld.

Die Maschinen der französischen und badischen Staatsbahn bleiben hinter den anderen infolge ihres geringen Gewichts bescheiden zurück; die letztere verschwindet geradezu zwergenhaft neben den amerikanischen Kolossen und auch die „kleinen“, aber starken und zähen englischen Maschinen sind weit im Vorrang, was allerdings darauf zurückzuführen ist, dass die badische Maschine sich unverändert seit 1893 in dieser Form erhalten hat.

Was nun gewissermassen die „Kosten“ dieser Leistungsfähigkeit hinsichtlich des dazu erforderlichen Materialaufwandes (also Anlagekosten) betrifft, so geben darüber die Verhältniszahlen Auskunft.

Die „Kraftziffer“ $\frac{Z_2}{Z_1}$ zunächst zeigt die Ausnützung des Adhäsionsgewichts durch die Kraft der Maschine; je höher sie ist, um so weniger ist Schleudern zu befürchten, und um so höher kann ohne Zuhilfenahme des Sanders die Anfahr-

zugkraft genommen werden. Diese Ziffer ist ziemlich gleichmässig, 1,1 bis 1,2, im Mittel 1,15; sie sinkt bei der Heissdampflokomotive auf 1,05 und steigt bei der englischen Westbahn auf 1,33; im ersten Fall für die grossen Zylinder etwas zu wenig, im letzten für die kleinen Zylinder etwas zu viel.

Aehnlich verhalten sich die „Gewichtsziffern" $\frac{Q_a}{Q}$, welche das Verhältnis des für Kraft nutzbaren Gewichts zum Gesamtgewicht angeben. Infolge mangelnder Angaben konnte nur in einzelnen Fällen im Dienstgewicht Q noch der beladene Tender mitgerechnet werden. $\frac{Q_a}{Q}$ beträgt im Mittel 0,65 ausschliesslich, und 0,37 einschliesslich Tender und ist ziemlich konstant; die französische Staatsbahn und die preussische Heissdampflokomotive zeigen hier den geringsten Wert.

Die Ladeziffer des Tenders beträgt im Mittel 0,51 (Verhältnis des Vorratsgewichts zum Gesamtgewicht), so dass also das Eigengewicht des Tenders etwa gleich dem Gewicht der zu fassenden Vorräte zu setzen ist. Bei der badischen und preussischen Staatsbahn ist diese Ziffer auf 0,56 getrieben, so dass diese Tender als ökonomischste anzusehen sind.

Sind damit die unbenannten Zahlen erledigt, so bleiben die „Wertziffern" $\frac{Z}{Q}$ und $\frac{N}{Q}$ als eigentliche Kennzeichen der wirtschaftlichen Brauchbarkeit der Maschine übrig; sollen die Kennzeichen selbst richtig sein, so muss allerdings vorausgesetzt werden, dass die Berechnung der Zugkraft richtig ist, und dass hierin alle Lokomotiven über einen Kamm geschoren werden dürfen. Unter diesen Voraussetzungen ist zu bemerken:

Eine sehr hohe Ausnützung des Dienstgewichts für Zugkraft zeigt die Vierzylindermaschine der englischen Südwestbahn mit 108 kg/t, was immerhin etwas befremdet, da die Verdopplung der ganzen Maschine eher eine Verminderung des Kraftwertes erwarten liesse. Dann kommt diejenige der Caledonischen Bahn, hierauf die Amerikaner, während diejenige der englischen Westbahn die schlechteste Ausnützung zeigt, wie es dem Renner entspricht.

Der Leistungswert $\frac{N}{Q}$ endlich ist bei den Amerikanern sehr hoch, was mit der grossen Heizfläche bei geringem Dienstgewicht infolge Verwendung dünnwandiger eiserner Röhren und Feuerbüchsen zu erklären ist. Die englischen Maschinen sind einander ziemlich gleich mit 18 bis 19 PS/t ohne und 10 bis 11 PS/t mit Tender. Auch hierin bleibt die badische Schnellzuglokomotive mit nur 16,7 bezw. 9 PS/t merklich zurück.

Das Ergebnis ist daher, dass die Amerikaner mit ihren sehr grossen Adhäsionsgewichten bezw. Achsdrücken, ihren grossen eisernen Feuerbüchsen sich in einem wirtschaftlichen Vorteil befinden, während man in Deutschland zaghaft zurückbleibt. Die Engländer dagegen halten den goldenen Mittelweg, und dieser hat sich im Fahrplan glänzend bewährt.

Im folgenden sollen die 2/4 gekuppelten Verbundlokomotiven der wichtigsten Systeme in ihren Vertretern aus allen Ländern besprochen werden.

(Fortsetzung folgt.)

Die Hebezeuge auf der Düsseldorfer Ausstellung.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 174 d. Bd.)

Druckknopfsteuerung für elektrisch betriebene Aufzüge von der E. A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M.

Die *E. A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co.* stellte in ihrem Pavillon ausser einer grossen Anzahl von eigens für Kranbetrieb gebauten Motoren und Anlassern das betriebsfähige Modell eines Aufzuges mit Knopfsteuerung aus, deren Schaltung für 3 Haltestellen Fig. 141 in den Grundzügen wiedergiebt. Die äussere Anordnung der Knöpfe u. s. w. ist im wesentlichen dieselbe wie bei dem Aufzug von *Hopmann* (vgl. S. 84 d. Bd.) und bedarf daher keiner näheren Erläuterung.

An die positiven Leitungsklemmen sind zunächst die Magnetwicklungen des Umschalters angelegt, der die Bewegung des Motors einleitet, und zwar wird derselbe durch Erregung von Spule *2* auf Hochfahren, durch Spule *1* auf Abwärtsfahrt geschaltet. Die Wicklungen liegen in einer Ringleitung, in der die Spannung der positiven Klemme herrscht, und die durch die Stockwerksausschalter geschlossen ist. Augenblicklich hat der Fahrkorb den Schalter der Haltestelle *II* gedreht und dadurch die Ringleitung in zwei Teile zerlegt. Wird jetzt z. B. auf Knopf *I* gedrückt, so ist ein Stromkreis geschlossen, der durch Spule *1* des Magneten, den Stockwerksausschalter *I* und den Druckknopf zur negativen Leitung geht. Dieselbe Wirkung hätte ein Druck auf den parallel gelegten Knopf *I* des Fahrstuhles, dem der Strom durch Schleifleitungen zugeführt wird. In dem genannten Stromkreis liegt noch die Wicklung eines Kurzschliessers, dessen Anker angezogen wird und nach Zurückschnellen des Knopfes die Verbindung aufrecht erhält.

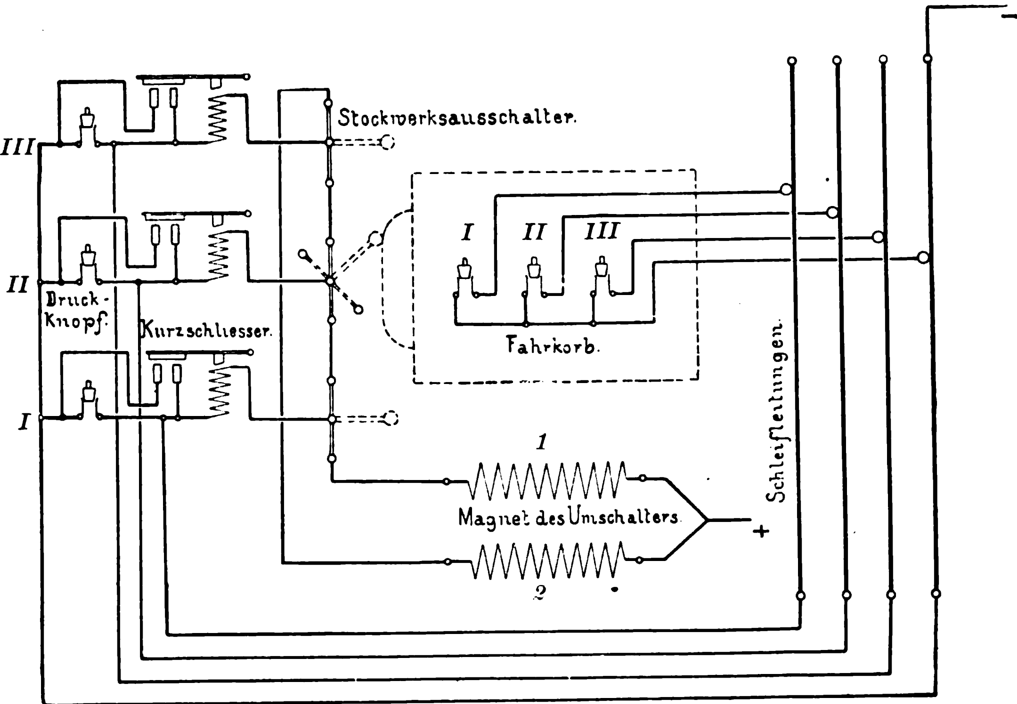


Fig. 141.
Druckknopfsteuerung der E. A. G. vorm. W. Lahmeyer.

Durch die unter Strom stehende Spule *1* wird jetzt der

Motor zum Anlaufen gebracht, im Sinne des Niederganges. Spule *2* ist stromlos, da der obere Teil der Kreisleitung durch den Stockwerksausschalter *II* unterbrochen ist. Der Fahrstuhl bewegt sich so lange, bis er gegen den Schalter *I* anstösst, ihn öffnet und dadurch den Strom unterbricht.

Drückt man den Knopf *III* nieder, so erhält der obere Teil der Ringleitung Strom, Spule *2* tritt in Tätigkeit und setzt den Motor im umgekehrten Sinne in Gang.

Der Umschalter hat die Aufgabe, die Bewegung des Triebwerks einzuleiten. Ausserdem macht er, sobald der Aufzug von einer Stelle aus in Bewegung gesetzt ist, die übrigen Druckknöpfe durch eine besondere, hier nicht angegebene Vorrichtung wirkungslos. Die beiden Spulen *1* und *2* sind verschieden stark bemessen, damit der Motor eine bestimmte Anlaufrichtung einschlägt, wenn einmal beide Wicklungen gleichzeitig erregt werden sollten. Dieser Fall könnte eintreten, wenn der Fahrstuhl durch irgend einen Zufall zwischen zwei Stockwerken zum Halten gekommen, die Ringleitung also vollständig geschlossen wäre, oder wenn zwei verschiedene Knöpfe zugleich niedergedrückt würden. Die vollständige Einschaltung des Motors übernimmt ein Selbstanlasser, der aus einer Anzahl magnetischer Relais besteht, die hintereinandergeschaltet und parallel zu den Klemmen des Motors angeschlossen sind. Zuerst liegt nur das erste Relais im Stromkreis. Durch Anziehen seines Ankers schliesst es den ersten Anlasswiderstand kurz und setzt gleichzeitig die Wicklung des zweiten Relais unter Strom. Dieses schaltet nun die zweite Widerstandsstufe aus und schliesst das dritte Relais an u. s. w. Zum Schluss der Anlassperiode wird durch das letzte Relais ein gemeinsamer Widerstand vor sämtliche Spulen gelegt, der den Strom verringert und übermässige Erwärmung während des Betriebes verhindert, denn zum Festhalten der Relaisanker ist geringerer Strom erforderlich, als zum Anziehen. Bei Stromunterbrechung durch den Stockwerksausschalter lassen sämtliche Magnete ihren Anker fallen.

Natürlich ist der Aufzug auch mit allen Sicherheitsvorrichtungen, wie Türkontakten und dergleichen, versehen. Die Firma macht besonders auf die solide Konstruktion ihrer Apparate aufmerksam, die staub- und wasserdicht in gusseiserne Kästen eingekapselt sind und nur geringer Wartung bedürfen. Durch reichliche Bemessung aller magnetischen Kräfte ist grosse Betriebssicherheit gewährleistet.

Ausstellung der Düsseldorfer Baumaschinenfabrik Bünger & Leyrer, Düsseldorf-Derendorf.

Die auf Bauplätzen zur Verwendung kommenden Hebezeuge, deren Fabrikation die Firma *Bünger & Leyrer* als Spezialität betreibt, sind ihrer Natur nach viel roher ausgeführt, als Werkstätten- und Hafenkrane. Da sie immer nur vorübergehend benutzt werden, so spielt der Kraftverbrauch eine geringere Rolle, und es ist bei der Konstruktion in erster Linie darauf zu sehen, dass der Kran billig, dauerhaft und einfach zu bedienen ist, sowie, dass er sich örtlichen Verhältnissen leicht anpasst. Die Firma *Bünger & Leyrer* stellte an Hebemaschinen mehrere Krane für Brunnen- und Kanalausschachtungen, sowie einen Kanalbagger mit Eimerkette aus.

Von den Dampfkranen war der eine mit einkettigem Greifer ausgerüstet und wurde im Betriebe beim Aushub eines runden Brunnenschachtes vorgeführt. Die Konstruktion und Handhabung ist sehr einfach. Auf dem drehbaren Obergestell stehen Dampfkessel, Dampfmaschine und Winde, letztere aus einer exzentrisch gelagerten Trommel mit Keilrädervorgelege bestehend. Durch einen Handhebel wird in bekannter Weise das grosse Rad entweder gegen das Antriebsritzel oder gegen einen Bremsklotz gepresst. Das Fahrgestell ist mit flachen Strassenrädern versehen, so dass der Kran leicht von einer Baustelle zur andern transportiert werden kann. Im Betriebe wird er durch Schrauben abgestützt.

Beim Ausheben von Kanälen in verkehrsreichen Strassen ist häufig nicht der nötige Platz für einen Dampfkran der beschriebenen Bauart vorhanden, wegen seines grossen Drehbereiches. Für solche Fälle baut die Firma eine andere, gleichfalls ausgestellte Kranform, deren Ausleger in genügender Höhe wagerecht geführt ist, während Dampfkessel und Winde auf dem Unterwagen feststehen. Dieser Kran beeinträchtigt den Strassenverkehr verhältnismässig wenig.

Wenn zur Ausbaggerung eines Brunnens kein Dampfkran zur Verfügung steht, so wird der Greifer an einem Holzgerüst mit einfachem eisernen Schwenkkränchen aufgehängt. Die Winde kann von Hand oder durch eine Baulokomobile bedient werden. Eine solche Anordnung mit Handbetrieb war ebenfalls ausgestellt.

Der Eimerkettenbagger, bestimmt für das Ausheben von Kanälen, zeichnet sich dadurch aus, dass das untere Stück des Becherwerks, welches senkrecht in der Baugrube hängt, gelenkig mit dem anderen Stück verbunden ist, das eine schräg geneigte Lage einnimmt. Da das senkrechte Stück maschinell in kürzester Zeit vollständig aus der Grube herausgezogen werden kann, so ist es möglich, ohne Demontage irgendwelcher Teile das Arbeitsfeld zu wechseln und den Greifer über die Querverstrebungen der Baugrube hinwegzuschaffen.

Auf Einzelheiten der Maschine einzugehen scheint wegen der einfachen Ausführung unnötig, es soll daher nur der einkettige Greifer, welcher der Firma unter No. 111414 patentiert ist, nach Fig. 142 bis 146 nähere Besprechung finden.

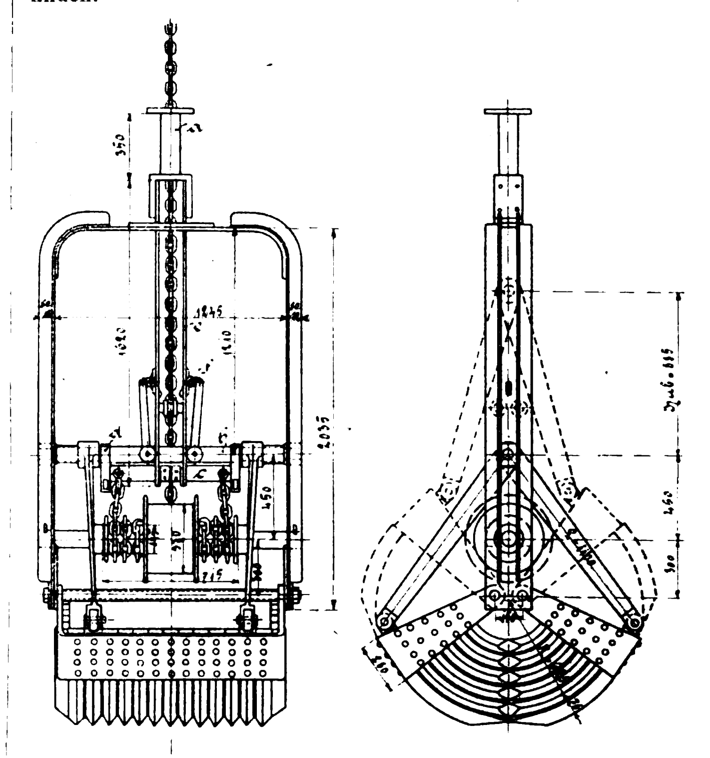
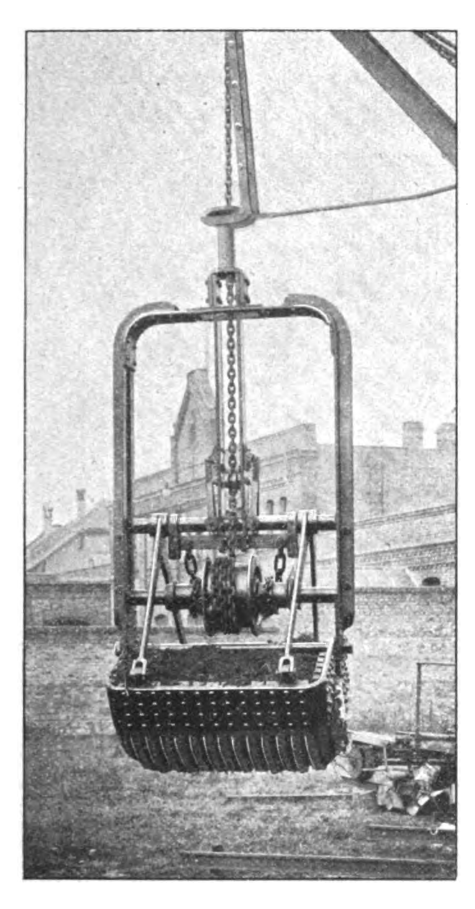


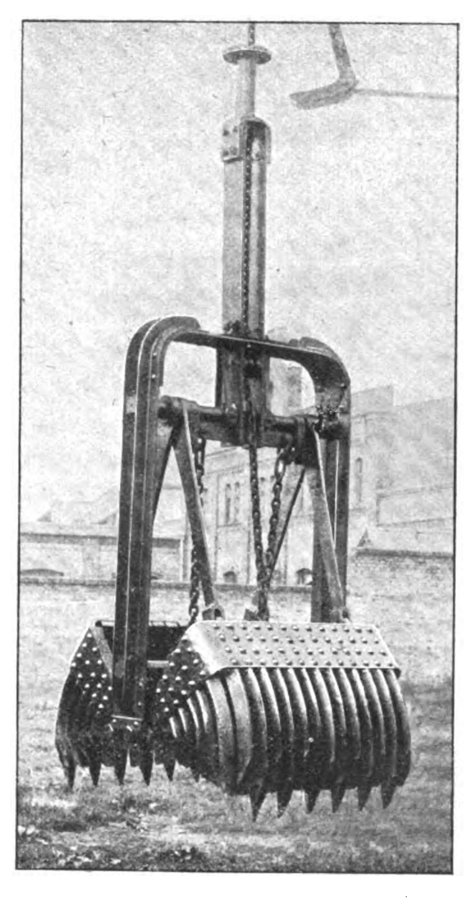
Fig. 142. Fig. 143.
Einkettengreifer von Bünger u. Leyrer.

Die Gesamtanordnung entspricht der bekannten *Priestman*schen Bauart. Die Schaufeln sind nahe der Mittellinie an dem Winkeleisenrahmen aufgehängt, suchen sich also durch ihr Eigengewicht zu schliessen. Die eigentliche Schliesskraft wird durch die Krankette hervorgebracht, die an einer im Gestell gelagerten Trommel wirkt. Mit dieser sind zwei andere Trommeln kleineren Durchmessers fest verbunden, auf denen sich Hilfsketten aufwickeln, die einen entsprechend verstärkten Zug erhalten. Bei geöffnetem Greifer ist die Krankette aufgewickelt. Zieht man sie an, so wickeln sich die Hilfsketten auf und ziehen die zwischen den Rahmenwinkeln geführte Traverse abwärts, die jetzt mittels eines Kniehebels die Schaufeln schliesst.

Ist der Greifer gehoben und soll entleert werden, so ist die Traverse, bezw. die mit ihr durch Zugstangen verbundene Glocke *a* festzuhalten und die Krankette nachzulassen. Dann senkt sich das Gestell, dessen Gewicht jetzt frei auf die Schaufeldrehpunkte wirkt, und drückt die Schaufeln auseinander. In Fig. 143 ist die geöffnete Lage der Schaufeln gegenüber dem Rahmen punktiert eingezeichnet, in Wahrheit hat man natürlich bei dem Oeffnungsvorgang die Traverse, also den Scheitelpunkt des Kniehebels, festliegend zu denken, während der Rahmen sich senkt.

Sobald die Glocke a freigegeben wird, hängt der Greifer wieder an der Krankette und würde sich schliessen. Da er aber geöffnet niedergelassen werden muss, so ist eine besondere Vorrichtung vorhanden, welche die Traverse während des Senkens unverrückbar gegenüber dem Rahmen festhält und den Gegenstand des Patentes bildet. Die Hilfsketten greifen nicht unmittelbar an der Traverse b, sondern zunächst an einem Balken c an, der jener gegenüber geringen Spielraum hat. Die Zugkraft wird durch die beiden Bänder d übertragen. Ist jetzt die Glocke a und damit durch die Zugstangen e der Balken c festgehalten, so überträgt sich das Gewicht des Rahmens und der Schaufeln durch den Kniehebel auf die Traverse b, diese senkt sich also um den erwähnten Spielraum und stützt sich auf c, während die Zugbänder schlaff werden. Bei dieser Verschiebung drehen sich die an den Stangen e gelagerten, mit b durch Gelenkstäbe verbundenen Hebel f so, dass sich ihre Zungen von beiden Seiten an die Kette anlegen. Beim Abwärtsgang gleitet die Kette zwischen den Zungen durch, sperrt sich aber, sobald sie wieder angezogen wird, so dass der Kettenzug sich vollständig auf die Traverse überträgt und der Greifer geöffnet bleibt. Erst wenn die Schaufeln aufsetzen, also die Kette schlaff wird, löst sich die Sperrung und der Balken c geht zurück, so dass die Zungen die von neuem angezogene Kette frei passieren lassen und der Greifer sich schliesst.


Fig. 144.
Einkettengreifer von Bünger u. Leyrer.


Fig. 145.
Einkettengreifer von Bünger u. Leyrer.

Zum Festhalten der Glocke a kann nach den Abbildungen Fig. 144 und 145 eine Gabel benutzt werden, die am Rollenkopf drehbar aufgehängt ist und vom Kranführer mit einer Stange vor- und zurückgeschoben wird. Soll dem Mann diese Arbeit erspart werden, so findet eine Vorrichtung nach Fig. 146 Verwendung, die folgendermassen wirkt.

Der Flacheisenring a hängt an zwei Bügeln c, die von den beiden am Ausleger befestigten Ketten d gehalten werden. Ein mittlerer Bügel b versteift den Ring und führt die Krankette zentral. Die Sperrhaken e sind gelenkig mit dem Ring verbunden und nehmen, sich selbst überlassen, die in Stellung I gezeichnete Lage ein. Wird jetzt der Greifer aufgezogen, so drängt die Glocke g die Haken zur Seite. Nach Passieren der Glocke schwingen die Haken in die alte Stellung zurück und halten sie beim Nachlassen der Krankette fest (Stellung II). Durch weiteres Nachlassen wird der Greifer entleert. Bei Wiederanziehen der Kette bleiben die Schaufeln, wie vorher beschrieben, geöffnet. Die Glocke g wird über die Arme f hinausgehoben (Stellung III), und kann dann beim Niedergehen frei passieren, da sie die Sperrhaken vollständig zur Seite dreht. Durch ihr Eigengewicht schwingen diese nachher in die Anfangslage zurück.

Ueber die Ausführung des Greifers ist noch zu bemerken, dass die Schaufeln aus Stahlplatten ohne Zähne hergestellt werden, wenn es sich um ganz lockeren, weichen Boden handelt. Auch können solche Greifer zur Verladung von Getreide und dergl. benutzt werden. Für lose und mittelfeste Bodenarten werden die Schaufeln mit kurzen Stahlzähnen versehen, bei schwerem Boden, wie festem Sand, Kies und Ton, oder zum Heben gesprengter Steine, erhalten sie lange Zähne aus geschmiedetem Dreikantstahl, wie die Abbildungen zeigen. Meistens werden die Schaufeln zylindrisch geformt, Kugelform eignet sich besonders zum Ausschachten runder Brunnen. Die Gewichte der erstgenannten Bauart mit glatten Stahlblechschaufeln giebt folgende Tabelle:

Fassungsvermögen	$^1/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_2$	cbm
Gewicht ca.	600	1200	1550	2000	2500	kg

Mit Drahtseil kann der Greifer natürlich nicht arbeiten. Hat der Kran eine Seiltrommel, so ist die Greiferkette mit dem Kranseil zu verbinden, und die Auslegerrolle so zu formen, dass sie sowohl Kette wie Seil aufnehmen kann.

Selbsttätig schwenkender Drehkran von Wilh. Deutsch, Maschinenfabrik, Köln-Sülz.

An den bei Bauten häufig angewandten kleinen eisernen Drehkranen, die zum Heraufschaffen der Materialien dienen, bringt *Wilh. Deutsch* eine patentierte Neuerung an, darin bestehend, dass der Lasthaken kurz vor der höchsten Stellung

durch Anstoss gegen einen Hebel den Kran selbsttätig zum Einschwenken bringt. Die Arbeiter brauchen sich infolgedessen nicht über das Gerüst vorzubeugen, um die Last ein-

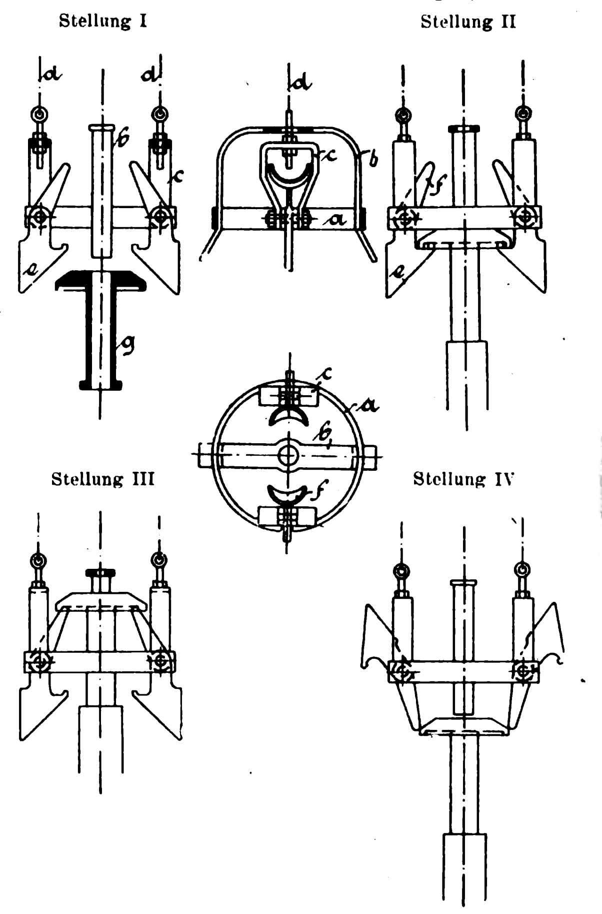


Fig. 146.
Aufhängevorrichtung zum Einkettengreifer von Bünger u. Leyrer.

zuholen, wobei leicht Unfälle vorkommen können. Ebensogut wie für Baugerüste eignet sich die Vorrichtung für Kellereikrane und dergleichen, wenn Waren in einem offenen Schacht

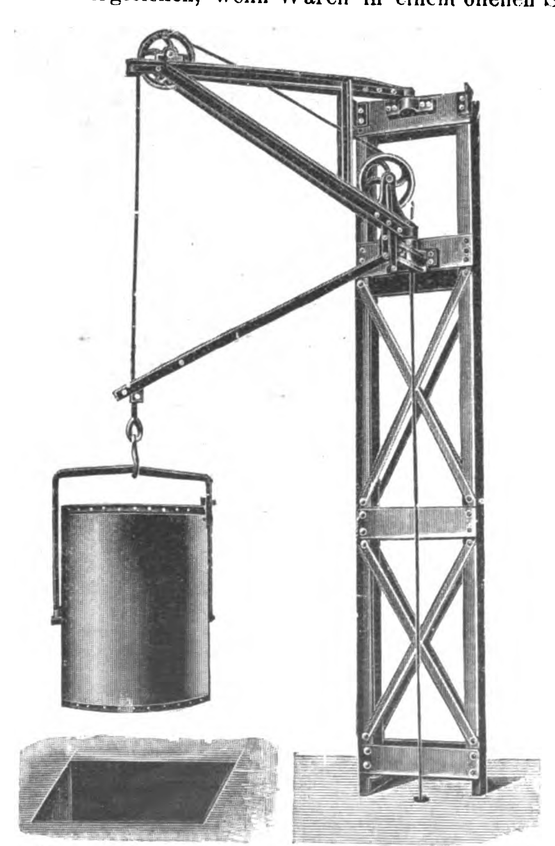


Fig 147. Selbsttätig schwenkender Kran von Deutsch.

aufgezogen werden, der gleichfalls die Gefahr des Absturzes bietet.

In Fig. 147 ist ein Kran dargestellt, der zum Befördern

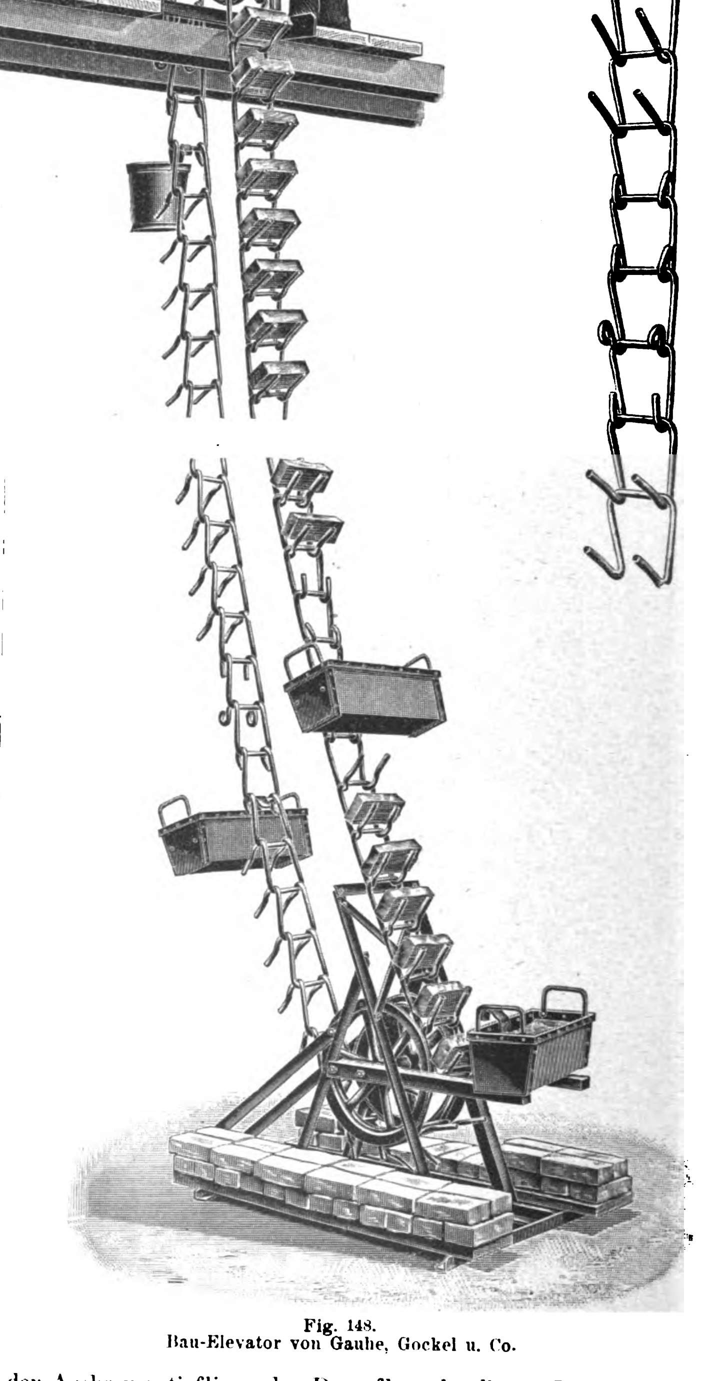


Fig. 148.
Bau-Elevator von Gauhe, Gockel u. Co.

der Asche von tiefliegenden Dampfkesseln dient. Die Druckstrebe des Auslegers stützt sich in einem Gusstück ab, durch dessen Achse das Seil hochgeführt ist. Aussen trägt dieses Lager ein Stück eines Schraubenganges, in welches

der kurze Arm des am Ausleger drehbar befestigten Schwenkhebels mit einer Rolle eingreift. Am anderen Ende des Hebels führt sich in einem angeschraubten Bügel das Drahtseil. Wenn nun der Lasthaken den Hebel nach oben mitnimmt, wird die Rolle am anderen Ende niedergedrückt, gleitet also auf der schiefen Ebene abwärts und führt dadurch eine Schwenkung des Auslegers herbei. Die umgekehrte Bewegung tritt ein, wenn beim Ablassen der Hebel sich durch sein Eigengewicht senkt.

Soll die Last schon vor der höchsten Stellung einschwenken, so wird an beliebiger Stelle des Seiles eine Klemme angebracht, die den Hebel mitnimmt. Das ist z. B. notwendig bei Lagerhäusern mit mehreren Stockwerken. Man hat dann die Seilklemme jedesmal der gewünschten Hubhöhe entsprechend einzustellen.

Bauaufzüge nach diesem System werden meistens so ausgeführt, dass man zwei Krane von derselben Winde aus betreibt, sodass der eine Haken leer gesenkt wird, während der andere beladen in die Höhe geht.

Ausstellung der Maschinenfabrik Rhein & Lahn, Gauhe, Gockel & Co., Oberlahnstein a. Rh.

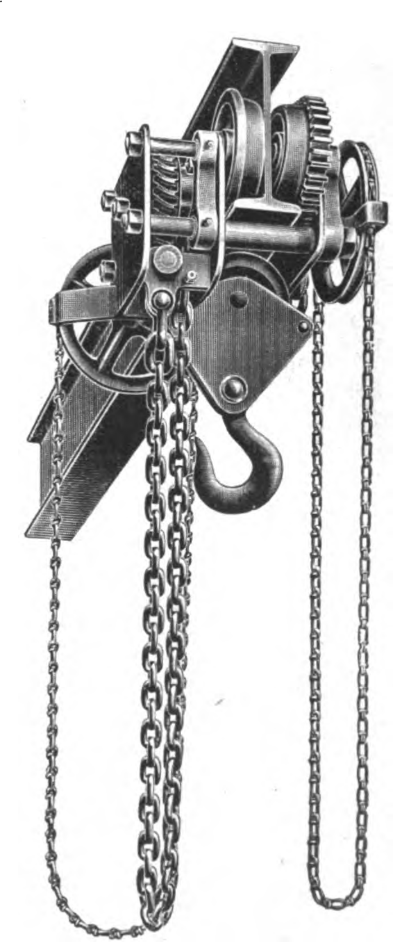
Die Firma *Gauhe, Gockel & Co.* führte eine Reihe von Hebezeugen für Bauzwecke vor, darunter verschiedene Elevatoren für Förderung von Ziegelsteinen und Mörtel, Becherelevatoren für Erde, Schutt u. s. w., Bauaufzüge, Lauf- und Drehkrane, ferner Bockwinden, Trägerlaufwinden und kleinere Winden aller Art. Aus der grossen Anzahl der ausgestellten Gegenstände sollen nur einige besonders wichtige herausgegriffen werden.

Fig. 148 giebt die Abbildung eines Bauelevators, mit unter No. 98 963 patentierter Kette. Diese ist aus Traggliedern für Steine, einfachen Verbindungsgliedern und Stützgliedern für die Mörtelkasten so zusammengesetzt, dass auf je 12 Steinglieder 2 Verbindungsglieder, 1 Stützglied und wieder ein Verbindungsglied folgen. An die Verbindungsglieder wird der Mörtelkasten angehängt und durch das Stützglied in wagerechter Lage erhalten. Die Steine rutschen oben selbsttätig aus den Traghaken heraus, ebenso werden die leer abwärtsgehenden Gefässe unten ausgelöst. Der Elevator hebt täglich 15 000 Steine nebst Mörtel, und kann mit Riemen oder von Hand betrieben werden. Die normale Förderhöhe beträgt 20 m, für grössere Höhen (bis 40 m) reicht die Tragkraft der Kette nur aus, wenn die Belastung entsprechend verringert, also nur ein Teil der Glieder mit Steinen belegt wird. Diese Elevatoren werden in einer ganzen Reihe von Abarten ausgeführt und lassen sich daher den verschiedensten Bedürfnissen anpassen.

Fig. 149. Fig. 150.

Fig. 149 und 150. Sicherheitskurbel von Gauhe, Gockel u. Co.

Von Interesse ist ferner die Konstruktion der Sicherheitskurbel (Fig. 149 und 150), die an einer der ausgestellten Bockwinden angebracht war. Dieselbe kuppelt beim Aufwinden das Triebwerk mit der Kurbelwelle, während sie beim Zurücklegen der Kurbel die Verbindung löst und langsames, durch Fliehkraftbremsung reguliertes Sinken der Last gestattet. Die ganze Vorrichtung ist eingeschlossen in ein mit äusserer Sperrverzahnung versehenes äusseres Gehäuse, an dessen inneren Umfang sich die Bremsklötze anlegen. Diese sind in einem, mit dem Antriebsritzel verkeilten, doppelarmigen Gussstück gelagert und durch einen Ring C, in dessen Führungsschlitze die in die Klötze eingelassenen Stiftschrauben D fassen, gezwungen, sich gleichmässig zu bewegen. Beim Senken


Fig. 151.
Untergurtlaufwinde mit seitlichem Hubwerk von Gauhe, Gockel u. Cie.

wirkt diese Vorrichtung wie eine gewöhnliche Schleuderbremse, da das Gehäuse durch die Sperrklinke festgehalten wird. Beim Heben werden die Klötze gleichfalls angepresst, und zwar durch eine auf der Kurbelwelle angebrachte Mutter, die sich, der Gewinderichtung entsprechend, gegen die schrägen Flächen AB der Bremsklötze legt, mit einem der Grösse des Kurbelmomentes, also auch der Last, entsprechenden Druck. Die Reibung der Klötze am Scheibenumfang stellt jetzt einen Kupplungsschluss zwischen der Welle und dem Ritzel her. Der Kugelring hat den Zweck, Festklemmen der beim Senken zurückgeschraubten Mutter zu verhindern.

Da die übertragbare Umfangskraft dem Kurbeldrehmoment proportional ist, so eignet sich die Vorrichtung nur dann, wenn Lasten von einer festen Unterlage gehoben werden, dagegen nicht für Aufzüge, wo auf den unbelasteten, an der Winde hängenden Fahrkorb plötzlich eine grössere Last aufgebracht wird, da in diesem Augenblick noch nicht ausreichender Kupplungsschluss vorhanden ist. Für solche Zwecke benutzt die Firma eine andere, ähnliche Anordnung, bei der durch Federdruck die Mutter beständig gegen die Bremsklötze gepresst wird, und die Kurbeldrehung diesen Druck nur verstärkt oder schwächt.

Eine andere Bremskupplung der Firma ist in *Ernst, Hebezeuge*, 3. Aufl. S. 234, beschrieben (D. R.-P. No. 57 268).

Eine beachtenswerte Neuheit ist die Untergurtlaufwinde mit seitlichem Hubwerk[1]) (Fig. 151). Da die Hakenrolle bis zur Trägerunterkante aufgezogen werden kann, während sie bei anderer Ausführung unter das Windwerk stösst, ergiebt sich ein nicht unerheblicher Gewinn an Hubhöhe. Die Winde bietet offenbar für niedrige Räume, wie Lagerkeller und dergl., grosse Vorteile. (Schluss folgt.)

[1]) D. R.-P. No. 125 914, D. R.-G.-M. No. 154 260.

Analytisch-graphisches Verfahren zur Bestimmung der Durchbiegung zwei- und dreifach gestützter Träger.

Von Dr.-Ing. **Max Kloss.**

(Fortsetzung von S. 149 d. Bd.)

b. Träger mit Aussenlast.

Die *Durchbiegung in einem beliebigen Punkte x* können wir bestimmen, wenn wir die Grundgleichung der elastischen Linie

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = -\frac{M_x}{E J}$$

zweimal integrieren. Dies Verfahren ist jedoch wegen der Bestimmung der Integrationskonstanten etwas umständlich. Wir können vielmehr diesen Fall einfach auf den soeben behandelten Fall des Trägers mit Innenlast zurückführen. Da bei dem in Fig. 8 dargestellten Belastungsfall die Summe der drei Kräfte P, T_1 und T_2 gleich Null ist, so ist es offenbar gleichgiltig, welche der drei Kräfte man als Belastung und welche als Lagerdrücke ansieht, d. h. wir können in Fig. 8 T_1 und P als Lagerdrücke und T_2 als Innenlast ansehen. Da nun die Strecke $(3/5) = \triangle y_2$ eine Ordinate der elastischen Linie ist, muss sie, wenn überhaupt unsere Gleichungen gelten sollen, den auf Seite 145 gemachten Voraussetzungen entsprechen, d. h. wir haben den in Fig. 1 dargestellten allgemeinen Fall eines Trägers mit Innenlast und einer Lagerhöhendifferenz $\triangle y_2$ vor uns, nur dass in Fig. 8 $\triangle y_2$ negativ ist. Wählen wir die Verbindungslinie unserer wirklichen Lager $1/2$ als Abszissenachse, so ist die *Gleichung der elastischen Linie* zwischen 1 und 2 nach Gleichung (5. unter Vertauschung von l und a

$$y = \frac{M}{6 E J}\left[(a+b)\,x - \frac{x^3}{l}\right] + \triangle y_2 \frac{x}{a}$$

Nun ist nach Fig. 8

$$\triangle y_2 = -f\frac{a}{l}$$

und nach Gleichung (9. ebenfalls wieder unter Vertauschung von l und a

$$f = \frac{M l b}{3 E J}$$

somit

$$\triangle y_2 = -\frac{M a b}{3 E J}$$

Setzt man diesen Wert in obige Gleichung ein, so erhält man nach einigen einfachen Umformungen

$$y = \frac{M}{6 E J l}(l^2 x - x^3) \quad . \quad . \quad (32.$$

Die Tangenten in den Lagern (Fig. 8).

Um die Tangente im Lager 1 zu bestimmen, ist es nicht erst nötig, die eben gefundene Gleichung zu differenzieren. Betrachten wir wieder T_2 als Belastungskraft, so ist der von der gesuchten Tangente auf der Vertikalen $2/2'$ des anderen (inneren) Lagers gebildete Abschnitt $(2/6) = s_l$ nichts anderes

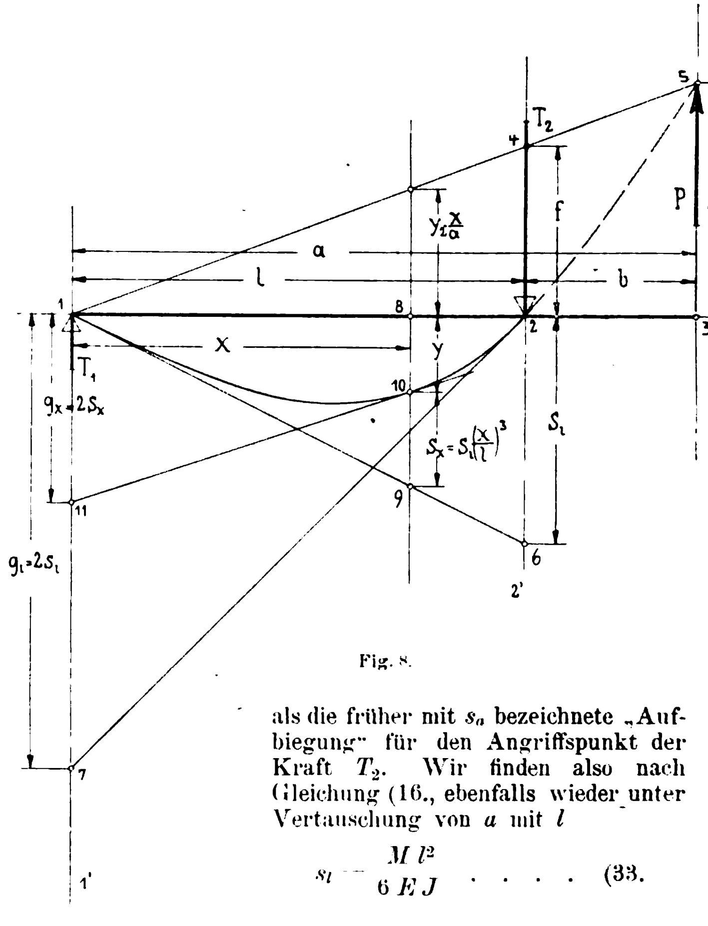


Fig. 8.

als die früher mit s_a bezeichnete „Aufbiegung" für den Angriffspunkt der Kraft T_2. Wir finden also nach Gleichung (16., ebenfalls wieder unter Vertauschung von a mit l

$$s_l = \frac{M l^2}{6 E J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33.$$

Hierdurch ist aber die äussere Lagertangente bestimmt.

Der von der inneren Lagertangente auf der äusseren Lagervertikalen gebildete Abschnitt g_l entspricht dem früher mit g_a bezeichneten Tangentenabschnitt der Tangente im

Angriffspunkt der Kraft, ist also nach Satz 2 bezw. nach Gleichung (22. gleich der doppelten Aufbiegung, also

$$g_l = 2\, s_l = \frac{M\, l^2}{3\, E J} \quad . \quad . \quad . \quad (34.$$

Hieraus ergiebt sich folgender Satz:

Satz 7. Bei einem zweifach gestützten, mit Aussenkraft belasteten Träger verhält sich der Abschnitt der äusseren Lagertangente auf der inneren Lagervertikalen zu dem Abschnitt der inneren Lagertangente auf der äusseren Lagervertikalen wie 1:2.

Wenn die beiden Lager in einer Horizontalen liegen, kann man diesen Satz auch wie folgt aussprechen:

Satz 7a. Bei einem zweifach gestützten, mit Aussenkraft belasteten Träger mit horizontaler Lageranordnung verhält sich die Tangente des Neigungswinkels der elastischen Linie im äusseren Lager zur Tangente des Neigungswinkels im inneren Lager wie 1 : 2.

Kennt man die Lagertangenten, so kann man auch ohne Gleichung (32. jeden beliebigen Punkt der elastischen Linie leicht bestimmen, indem man die zugehörige „Aufbiegung" von der Ordinate der äusseren Lagertangente abzieht. Diese Aufbiegung ergiebt sich aber aus Gleichung (19. unter Vertauschung von a und l

$$s_x = s_l \left(\frac{x}{l}\right)^3 = \frac{M}{6\, E J} \cdot \frac{x^3}{l} \quad . \quad . \quad (35.$$

Die Tangente in einem beliebigen Punkte (Fig. 8) ist schliesslich durch die bekannte Beziehung (Satz 2) bestimmt, dass ihr Tangentenabschnitt auf der äusseren Lagervertikalen gleich der doppelten Aufbiegung ist, also

$$g_x = 2\, s_x = \frac{M}{3\, E J} \cdot \frac{x^3}{l} \quad . \quad . \quad . \quad (36.$$

Wir haben jetzt gesehen, wie man in einfacher Weise die elastische Linie eines zweifach gestützten glatten Trägers mit Innen- oder Aussenlast aufzeichnen kann.

Ist der Träger mit mehreren Innen- bzw. Aussenkräften belastet, so bestimmt man die von den einzelnen Kräften allein herrührenden Durchbiegungen und setzt diese den Kräften entsprechend zusammen. Wenn hierbei die Kräfte nicht in einer Ebene liegen, so hat man die Einzeldurchbiegungen den Kraftachsen entsprechend geometrisch zu addieren.

c) Träger mit Innen- und Aussenlast.

Nach dem eben Gesagten lässt sich die elastische Linie ohne weiteres durch Addition der Einzeldurchbiegungen bestimmen. Wir wollen jedoch den Fall, dass die Innen- und Aussenlast im *entgegengesetzten* Sinne auf Durchbiegung wirken, hier noch besonders behandeln, da wir diese Aufgabe noch auf eine andere Weise lösen können, und zwar mit Hilfe einer Methode, die wir dann später wieder bei der Untersuchung des *dreifach* gestützten Trägers verwerten werden.

In Fig. 9 ist Strecke $(3/5) = M_p =$ dem von der Innenlast P herrührenden maximalen Biegungsmoment, Strecke $(2/6) = M_r =$ dem von der Aussenkraft im Lager *2* erzeugten Biegungsmomente. Durch algebraische Addition der beiden Momentflächen *1/5/2* und *1/6/4* erhält man als Umgrenzung der resultierenden Momentfläche den gebrochenen Linienzug *1/8/9/6/4*, wobei $(5/8) = (3/7)$ zu machen ist. Es zeigt sich, dass im Punkt *9* das resultierende Biegungsmoment $M = 0$ ist. Da nun die Grundgleichung der elastischen Linie lautet:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M_x}{EJ} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4.$$

so verschwindet für den Punkt *9* der zweite Differentialquotient, d. h. die elastische Linie besitzt in diesem Punkte einen Wendepunkt. Den Horizontalabstand dieses Querschnittes vom Lager *1* wollen wir mit e bezeichnen, wobei

$$e = a + b\, \frac{M_a}{M_a - M_r} \quad . \quad . \quad (37.$$

Da nun in diesem Wendepunkte das Biegungsmoment $= 0$ und somit der Krümmungsradius der Kurve $= \infty$ ist und da dies bei einem zweifach gestützten, mit Innenkraft belasteten Träger kennzeichnend für die Auflagerpunkte ist, so liegt der Gedanke nahe, den Wendepunkt als einen ideellen Stützpunkt anzusehen und das Trägerstück e als einen selbständigen, frei aufliegenden Träger zu behandeln, der im Punkte $x = a$ mit einer Einzellast beansprucht wird, die ein maximales Biegungsmoment $= M_a$ hervorbringt. Wir haben dann den Fall vor uns, dass die beiden Auflager nicht in einer Horizontalen liegen, sondern vielmehr einen Höhenunterschied $= y_e$ haben, wo $y_e =$ der Ordinate des Wendepunktes ist (Fig. 10). Da nun y_e als Ordinate der elastischen Linie der auf Seite 145 gemachten Voraussetzung genügt, so gilt hier Satz 1 (Seite 146), wonach bei einem zweifach gestützten Träger die von der Lagerverbindungslinie aus gemessenen Durchbiegungen unabhängig vom Lagerhöhenunterschiede y_e sind. Somit können wir nach dem früher angegebenen Verfahren den Verlauf der elastischen Linie ohne weiteres bestimmen, sobald wir diesen Lagerhöhenunterschied y_e ermittelt haben. Wir können ihn nun auf Grund der früher abgeleiteten Sätze auf sehr einfache Weise bestimmen. Die Tangente im Wendepunkte spielt nämlich für unsern ideellen Teilträger die Rolle der Lagertangente. Denken wir uns nun zunächst die vom Moment M_a bei horizontaler Lageranordnung hervorgerufene elastische Linie konstruiert (in Fig. 10 mit gestrichelten Linien ausgeführt), so wissen wir, dass nach Satz 6 (Seite 149), die Lagertangente dieser Kurve mit unsrer gesuchten Wendepunktstangente verwandt ist, d. h. sich mit ihr auf der Vertikalen des anderen Lagers schneidet (Punkt *6* in Fig. 10). Da nun der Tangentenabschnitt $(1/6)$ unabhängig vom Lagerhöhenunterschied y_e ist,

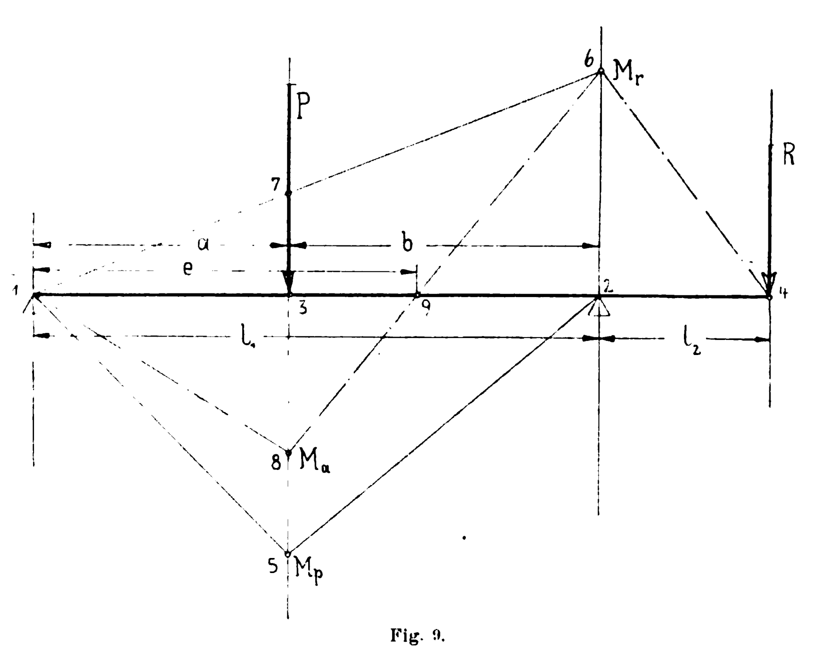


Fig. 9.

können wir aus M_a und den Abmessungen des Teilträgers e diesen Abschnitt $(1/6)$ berechnen oder konstruieren, auch wenn y_e noch unbekannt ist. Es ist nämlich der von der Lagertangente des ideellen Stützpunktes auf der Lagervertikalen *1/1'* gebildete Abschnitt nach Gleichung (30., Seite 149.

$$(1/6) = g_e = \frac{M_a \cdot e\,(e + a)}{6\, E J} = \frac{M_a\, e \left(a + \frac{e - a}{2}\right)}{3\, E J} \quad (38.$$

Damit kennen wir aber bereits einen Punkt der Wendepunktstangente. Als zweiten Punkt dieser Tangente bestimmen wir ihren Schnittpunkt *7* auf der Vertikalen *2/2'* des zweiten wirklichen Lagers *2*. Wir betrachten zu diesem Zwecke auch den übrigen Teil $(l_1 - e)$ unseres Trägers als einen Teilträger mit dem ideellen Stützpunkt *8*, während über den

zweiten ideellen Stützpunkt nichts bekannt ist. Wir wissen nur so viel, dass dieser Träger im Punkte *2* mit einer Einzellast beansprucht wird, die in diesem Punkte das Moment M_r hervorbringt. Wir haben es hier also mit dem bereits auf Seite 147 behandelten Falle zu tun. Es wurde dort gezeigt, dass man trotz dieser scheinbar unvollständigen Voraussetzungen doch schon einige wichtige Eigenschaften der elastischen Linie kennt. Die Voraussetzungen genügen nämlich, um die „Aufbiegungen" und Tangentenabschnitte für die Strecke $(l_1 - e)$ unseres Teilträgers zu bestimmen. Nun ist aber der gesuchte Abschnitt *(2/7)* der Wendepunktstangente auf der Lagervertikalen *2/2'* nichts anderes als die zu Punkt *2* gehörige Aufbiegung des Teilträgers $(l_1 - e)$. Wir können daher diese Strecke *(2/7)* aus M_r und den Abmessungen des Trägers bestimmen. Es ist nämlich entsprechend Gleichung (16., Seite 147

$$(2/7) = \frac{M_r \cdot (l_1 - e)^2}{6\,E\,J} \quad . \quad . \quad (39.$$

Damit ist aber auch der zweite Punkt der Wendepunktstangente bekannt und somit diese Tangente selbst bestimmt. Dadurch ergiebt sich aber auch der Wendepunkt auf der Ordinate im Punkte $x = e$, und da nunmehr der ideelle Stützpunkt unserer Teilträger bekannt ist, so ist die weitere Konstruktion des Verlaufs der elastischen Linie zurückgeführt auf den einfachen Fall des zweifach gestützten Trägers mit Innenlast. In Fig. 10 ist die elastische Linie aufgezeichnet für eine glatte Welle vom Durchmesser $d = 110$ mm und dem Lagerabstand $l = 1000$ mm, die im Punkte $a = 450$ mm mit dem Biegungsmomente $M_a = 14000$ cm/kg und im Lager *2* mit dem Moment $M_r = -20000$ cm/kg beansprucht ist. Das Beispiel ist in der oben erwähnten Schrift des Verfassers ausführlich durchgeführt.

Wir wollen nun nur noch die Durchbiegung *(4/18)* im Angriffspunkt der Aussenkraft R ermitteln. Wenn auch bei Wellenberechnungen, die ja die Veranlassung zur vorliegenden Arbeit gegeben haben, meist kein Bedürfnis vorhanden sein wird, diese Durchbiegung zu kennen, so giebt sie uns doch die Grundlage für die Behandlung des dreifach gestützten Trägers.

Es war bereits auf Seite 205 darauf hingewiesen worden, dass wir die elastische Linie auch durch algebraische Addierung der von den einzelnen Kräften für sich hervorgerufenen Durchbiegungen erhalten können. Dasselbe gilt auch für die Ordinaten der Tangenten.

Infolgedessen ergiebt sich der Abschnitt *(1/16)* in Fig. 10 als algebraische Summe der Tangentenabschnitte der Lagertangente *2* für die Einzelkräfte P und R.

Für die von P erzeugte elastische Linie ist der Tangentenabschnitt der rechten Lagertangente auf der linken Lagervertikalen nach Gleichung (30. Seite 149

$$g_p = \frac{M_a \cdot l_1 \,(l_1 + a)}{6\,E\,J}$$

wo

$$M_p = \frac{P \cdot a\,b}{l_1}$$

das von P hervorgerufene Biegungsmoment ist (vgl. Fig. 9).

Ferner ist für die von R erzeugte elastische Linie der Abschnitt der rechten Lagertangente auf der linken Lagervertikalen nach Gleichung (34. Seite 205

$$g_r = \frac{M_r \cdot l_1^2}{3\,E\,J}$$

Hieraus ergiebt sich aber der Abschnitt der resultierenden Lagertangente = *(1/16)* (Fig. 10)

$$g = g_p + g_r = \frac{\left[M_p\left(\frac{l_1 + a}{2}\right) + M_r \cdot l_1\right] l_1}{3\,E\,J}$$

oder

$$g = \frac{\left[M_p \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) + M_r \cdot l_1\right] \cdot l_1}{3\,E\,J} \qquad (40.$$

Somit

$$(4/17) = -(1/16) \cdot \frac{l_2}{l_1}$$

$$= -\frac{\left[M_p \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) + M_r \cdot l_1\right] \cdot l_2}{3\,E\,J} \qquad (41.$$

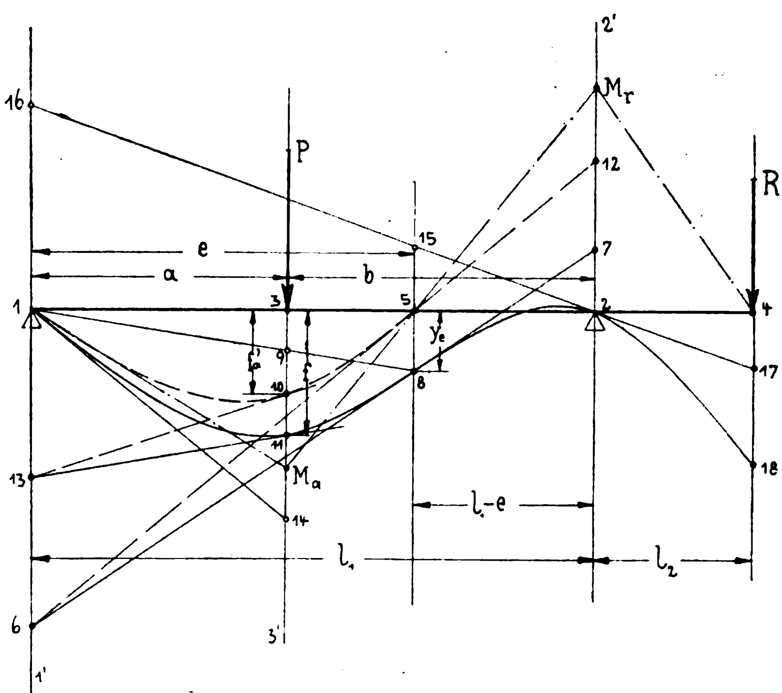


Fig. 10.

Ferner ist die Strecke *(17/18)* gleich dem Tangentenabschnitt für die Tangente im Punkte *2* des Trägerabschnittes l_2, also nach Gleichung (24. Seite 148

$$(17/18) = -\frac{M_r \cdot l_2^2}{3\,E\,J} \quad . \quad . \quad (42.$$

und demnach die gesuchte Durchbiegung *(4/18)*

$$y_4 = (4/17) + (17/18)$$

$$= -\frac{\left[M_p \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) + M_r\,(l_1 + l_2)\right] l_2}{3\,E\,J} \qquad (43.$$

Setzen wir noch

$$l_1 + l_2 = L$$

so ist

$$y_4 = -\frac{l_2}{3\,E\,J}\left[M_p \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) + M_r \cdot L\right] \quad . \quad (43.$$

Hierbei ist besonders auf das richtige Vorzeichen von M_r zu achten. In dem in Fig. 10 durchgeführten Beispiele ist M_r negativ. Wir erhalten dann für den in Klammern stehenden Ausdruck in unserem Falle auch einen negativen Wert, sodass dann y_4 positiv, also nach unten gerichtet ist.

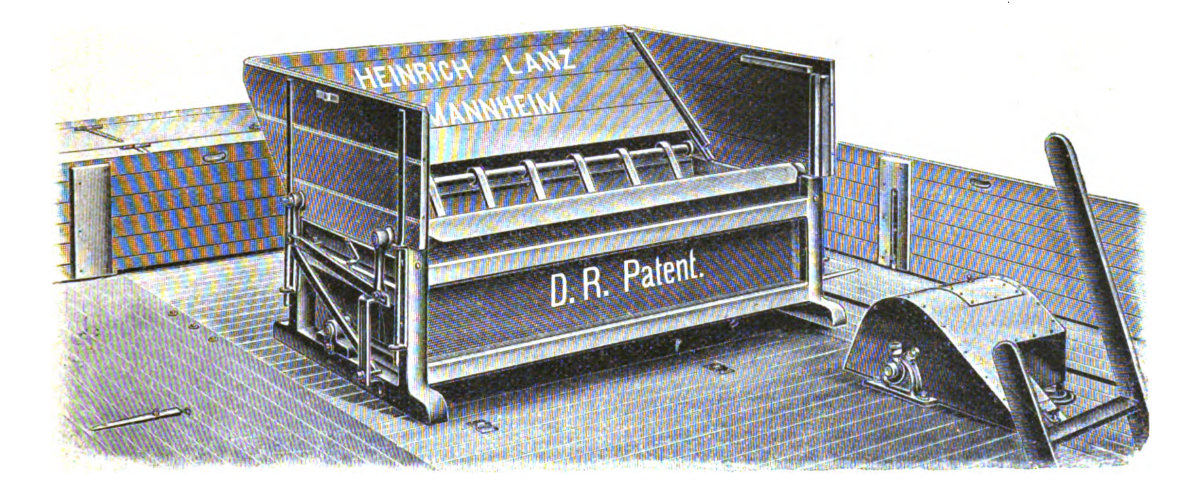
Die eben gefundene Gleichung giebt uns nun die Möglichkeit, die statisch unbestimmte Aufgabe des dreifach gestützten Trägers zu lösen. (Fortsetzung folgt.)

Ein Selbsteinleger für Dreschmaschinen.

Von Regierungsbaumeister Dr. **Fischer**.

Die Arbeit des Einlegens der Garben in die Trommelöffnung der Breitdreschmaschine stellt an die Geschicklichkeit und Sorgfalt des Arbeiters ziemlich hohe Anforderungen. Wenn das Getreide nicht genügend zerteilt, sondern eine grössere Menge auf einmal eingelegt wird, so wächst der Widerstand der Dreschtrommel plötzlich bedeutend, die Tourenzahl nimmt ab, und von der Antriebmaschine wird eine erhöhte Leistung verlangt. Kurz darauf wird die Maschine dann wieder leer gehen. Bei einem unregelmässigen Einlegen treten daher in diesen Leerlaufperioden und als Folge des zeitweise stattfindenden Gleitens des Antriebsriemens Arbeitsverluste auf, und ausserdem wird bei zu starkem Einlegen das Getreide nicht rein ausgedroschen. Hierzu kommt, dass der Einleger einer erheblichen Unfallgefahr ausgesetzt ist, weil er bei dem Bemühen, das Getreide auszubreiten, leicht mit der Hand in die mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 25—30 m i. d. Sekunde rotierende Schlagleistentrommel gerät. Schwere Unfälle ereignen sich aus diesem Anlass leider sehr häufig.

Diesen Nachteilen sucht man durch Anbringen von Selbsteinlegern über der Trommelöffnung zu begegnen, die aus einem Transportband oder aus schwingenden Greifern oder endlich aus einer Walze mit Zähnen und darüber schwingendem Rechen bestehen.



Ein nach dem letztgenannten Prinzip gebauter, aber gegen ältere Konstruktionen sehr zweckmässig verbesserter Selbsteinleger rührt von *Schäfer & Co.* in Effeln bei Uelde, Westf., her. Vor kurzem ist das Patent (No. 129090) in den Besitz der Firma *Heinrich Lanz* in Mannheim übergegangen. Da dieser Selbsteinleger sich im praktischen Betriebe sehr gut bewährt hat, soll er im folgenden beschrieben werden.

Den arbeitenden Teil des Einlegers bildet eine rotierende Trommel von 450 mm Durchmesser aus 2 mm starkem Eisenblech, die mit Zinken ausgerüstet ist. Diese Greiferzinken sind in 2 einander diametral gegenüber liegenden Reihen zu je 7 derart angeordnet, dass sie an der Einlegeöffnung der Dreschmaschine aus der Trommel heraustreten und das Getreide erfassen, dann aber allmählich zurückgehen und auf der entgegengesetzten Seite ganz in der Trommel verschwinden. Dadurch wird vermieden, dass Getreidehalme an den Zinken sitzen bleiben und Verwicklungen und Verstopfungen verursachen. Erreicht wird diese Relativbewegung der Greifer gegen die Trommel dadurch, dass die Drehungsachse der Greifer exzentrisch zu derjenigen der Trommel liegt. In der Ausführung ist die Exzentrizität dadurch hergestellt, dass die festgelagerte Achse, auf welcher die Trommel lose drehbar sitzt, im Innern der Trommel gekröpft ist und auf dem gekröpften Teil den Rahmen, welcher die Greifer trägt, ebenfalls lose drehbar trägt. Die Lage der Kröpfung lässt sich durch Drehung der Achse verändern, dadurch wird auch die Lage des Punktes verändert, an welchem die Zinken am weitesten aus der Trommel herausstehen. Zwei Klemmschrauben, von denen eine in der Figur links dicht über dem unteren Rahmenholz des Einlegers sichtbar ist, dienen zum Festklemmen der Achse in der gewünschten Lage.

Zu starkes Einlegen von Getreide wird durch ein System schwingender Stäbe verhindert. Ueber der Trommel liegt (in der Figur sichtbar) eine Anzahl von Stäben, zwischen welchen die Greiferzinken hindurchfassen und das auf die Stäbe aufgelegte Getreide abnehmen. Ihre Schwingungsachse tritt in der Figur links hinten aus der Seitenwand des Aufsatzes heraus. Die links vorn heraustretende Achse trägt ebenfalls Stäbe, die vor der Trommel nahezu senkrecht in die Oeffnung hineinhängen und gabelförmig gestaltet sind, so dass die Greifer zwischen den Gabelzinken hindurchgehen. Wird zu stark eingelegt, so drückt das Getreide, wenn es zwischen die Trommel und die senkrechten Stäbe kommt, die letzteren von der Trommel ab, und diese Bewegung wird durch die in der Figur deutlich dargestellte Hebelanordnung so auf die oberen Auflagestäbe übertragen, dass diese gehoben werden. Dadurch kommt das auf ihnen liegende Getreide mehr oder weniger aus dem Bereich der Greifer heraus, und es wird infolgedessen weniger eingelegt. Sobald der Ueberschuss verarbeitet ist und der Druck auf die senkrechten Stäbe aufhört, stellt sich das System durch sein Gewicht wieder in die ursprüngliche Stellung ein. Die wagerechte Verbindungsstange der Hebel ist, wie die Figur zeigt, mit einem Längsschlitz versehen, sodass der Abstand der senkrechten Stäbe von der Trommel und damit die Einlegemenge verändert werden kann.

Der Einleger ist von einem Holzkasten von etwa 550 mm Höhe eingeschlossen. Die Umdrehungszahl soll 120--150 in der Minute betragen. Der Antrieb erfolgt durch Riemen, dessen Scheibe durch eine Klauenkupplung mit der Trommel verbunden werden kann.

Der Selbsteinleger hat sich für alle Getreidearten und andere Früchte (Erbsen u. dgl.) bewährt. Die Dreschmaschine zeigt einen gleichmässigen Gang, und die Gefahr für den Einleger ist wesentlich verringert, weil keine Veranlassung zum Eingreifen in den Mechanismus vorliegt.

Kleinere Mitteilungen.

Das neue Patentdock (slip) in Stavanger.

Die *Rosenborg*fabrik in Stavanger hat 1902 nach Teknisk Ugeblad unter Leitung des Ingenieur *Zimmer* ein Landungsdock für 500 t nach dem in Amerika viel angewendeten System *Crandall* fertig gestellt, das früher in Europa nicht benutzt worden ist.

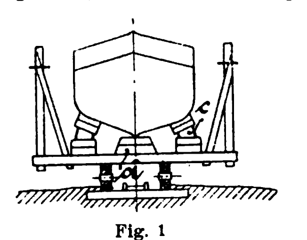


Fig. 1

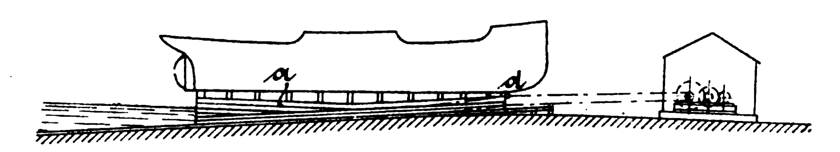


Fig. 2.

Die Firma *Crandall* in East Boston hat die betreffende Zeichnung geliefert, während das übrige die Fabrik selbst ausführte. Soll ein Schiff an Land gesetzt werden, so wird der Schlitten *a* (Fig. 1 und 2) soweit ins Wasser gelassen, dass die „Brücke“ ungefähr 75—100 cm über den Wasserspiegel zu liegen kommt, und das Schiff dann zwischen beide Brücken eingeholt und mit vier Taljen, jede an einer Ecke, festgemacht. Der Schlitten wird nun soweit emporgezogen, bis man sicher ist, dass der Kiel auf den Blöcken ruht und das Schiff sich um etwa 150 mm gehoben hat. Neigt das Schiff nach einer Seite, so wird es mit einer Toptalje eingerichtet. Ist alles in Ordnung, dann werden die Seitenblöcke *c* (Fig. 1) mit Hilfe der Handwinden auf den Brücken unter das Schiff gebracht, das dabei abgestossen wird und nun ohne weiteres ganz aufgeholt werden kann. Sollten die Blöcke nicht ganz passen, dann werden sie nachgekeilt. Das Schiff wird nun durch den Kiel und die Seitenblöcke getragen. Die Dockmannschaft von drei Personen, nämlich der Vormann, der die Maschine handhabt, das Aufholen und Richten leitet, und je ein Mann auf jeder Brücke, kann das Schiff in 10 Minuten einstellen und das Aufholen selbst kann in 5—10 Minuten erfolgen, so dass ein Schiff von 500—600 Tons in 15—20 Minuten ins Dock gesetzt werden kann. Der Schlitten ist mit Federn (spring) gebaut (Fig. 2) indem unter den Schiffsrumpf die höheren Blöcke, unter die beiden Enden aber die niedrigeren zu liegen kommen. Die Seitenblöcke (Fig. 3) sind sehr praktisch eingerichtet. Soll der Schiffsrumpf an der Berührungsstelle mit dem Block angestrichen werden, so braucht man nur den Befestigungsnagel *n* ein wenig zu lüften, der Block fällt zusammen (Fig. 4) und ist leicht zu entfernen. Nach dem Anstreichen hebt man ihn wieder mit einem Hebel. Bei den gewöhnlichen Blöcken ist es sehr oft mit viel Arbeit verbunden, den Block zum Anstreichen zu beseitigen; Keile u. s. w. zersplittern dabei oft, und die Arbeit braucht mehrere Personen, während hier ein Mann den Block handhabt. Wie Fig. 2 zeigt, sind die Auf- und Abholketten bei *d* befestigt. Das Schiff bleibt unter steter Kontrolle und wird nie losgelassen. Die Kette besteht aus langen offenen Gliedern und arbeitet um ein stählernes Zahnrad, dessen Zähne in die offenen Glieder eingreifen. Die Abholkette ist schwächer als die Aufholkette und geht rund um ein weit im Wasser befestigtes Rad; sie ist nur $1^1/_8$" (28,6 mm) stark, die Aufholkette dagegen $2^1/_2$" (63,5 mm) und auf 78 t geprüft. Alle Kettenglieder sind an den Seiten geschweisst, nicht in der Biegung. Der Schlitten wird auf Rollen aufgeholt, die in eigenen etwa 11' (3,35 m) langen Rahmen liegen. Die Maschinerie besteht aus einer Zweizylinderwinde mit kreisenden Exzenterstangen und ausgeglichenem Reservemechanismus (Zylinder 10" × 14", Dampfdruck 80 Pfd. und dreifach doppeltem Zahnradvorgelege). Man hält Ketten für viel haltbarer wie Stahlseile und auf die Dauer auch am billigsten. Die Rollenreibung ist viel kleiner wie berechnet, so dass das schwerste Schiff mit 680 t Laderaum nur 55 Pfund Dampfdruck braucht. Das Dock und die Bahn ist aus Kiefernholz gebaut und alle Unterwasserteile sind mit Zink bekleidet. Die Bahnsteigung ist 1 : 10, aber das Schiff steht nach Fig. 2 beim Aufholen ungefähr wie 1 : 20 oder in einer Lage, die bei Ballast die gewöhnliche ist. Das ganze Dock hat mit den Unterwasserarbeiten 45000 Kr. gekostet.

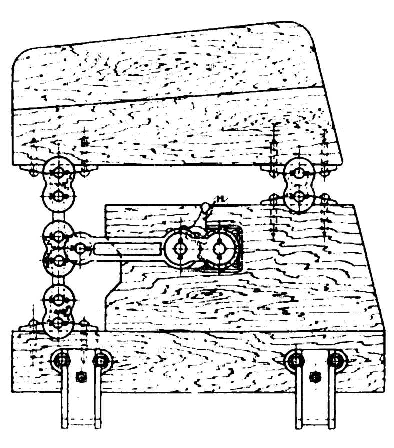


Fig. 3.

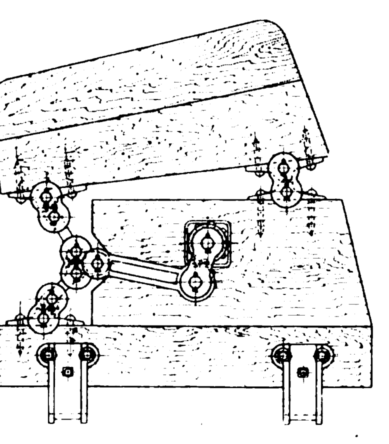


Fig. 4.

Ty.

Bücherschau.

Bau und Betrieb elektrischer Strassenbahnen. Leitfaden für Monteure, Werkmeister und Techniker. Von *Johannes Zacharias.* Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a. S. 1902.

Wenn man dieses 164 Seiten umfassende Druckschriftchen durchsieht, fällt es so recht auf, wie sehr sich zur Zeit der Stoff schon gehäuft hat, der den Bediensteten elektrischer Strassenbahnen geläufig sein soll. Sowohl vom Eisenbahntechnischen als vom Elektrotechnischen — und zwar nicht bloss vom Betriebe und von der Unterhaltung, sondern auch von der Bauausführung — sollen diese Betriebsbeamten wenigstens das hauptsächlichste wissen und selbst von den einschlägigen theoretischen Grundsätzen dürfen ihnen die wichtigsten nicht fremd sein. Diesen Gesichtspunkt hat der Verfasser zu wahren getrachtet, indem er seine Darlegungen auf die nachstehenden vier Abschnitte erstreckte: *Allgemeine Einrichtungen* (Betriebsweisen, Wagen- und Streckenausrüstung, Kraftwerke), *Bestandteile und Werkzeuge* (Gleise, Oberbaumaterial, Motorwagen, Schaltungen, Speicherbatterien, Werkzeuge), *Ausführungsarbeiten* (Projekte, Streckenbau, Wagenbau, Kraftwerksbau, Gesetzesbestimmungen und Sicherheitsvorschriften), *Unterhaltung und Betrieb* (Betriebsmassregel, Behandlung der Speicherbatterieen). Alle diese Teile sind verhältnismässig ausführlich, aber doch mit geschickter Vermeidung aller überflüssigen oder zu hochliegenden Weiterungen klar und leichtfasslich bearbeitet, und das Verständnis wird noch durch 142 recht hübsche Abbildungen, sowie die Nutzanwendung des Textes namentlich in den Kapiteln über Schienenverbindungen und Oberleitungsanlagen von einer Reihe praktischer Tabellen bestens unterstützt. Das ganze, auch vermöge seines Formates recht handsame Taschenbuch entspricht also seiner gestellten Aufgabe und kann daher dem in Frage kommenden Leserkreis empfohlen werden.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 14. Berlin, 4. April 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Die Hebezeuge auf der Düsseldorfer Ausstellung.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Schluss von S. 204 d. Bd.)

Ausstellung von Adolf Schlesinger, Werdohler Stanz- und Dampfhammerwerk, Werdohl in Westfalen.

Den Hauptgegenstand der reichhaltigen Ausstellung von *Adolf Schlesinger* bildeten zwei Lokomotivhebeböcke, wie man sie in Eisenbahnwerkstätten benutzt, um behufs Auswechselung der Achsen die ganze Lokomotive anzuheben. Die in Fig. 152 und 153 gezeichnete Ausführung weist mehrere beachtenswerte Neuerungen gegenüber der normalen Bauart auf.

Fig. 152. Fig. 153.

Lokomotivhebeböcke vom Werdohler Stanz- und Dampfhammerwerk.

Das Gestell ist, statt aus Blech und Winkeleisen, aus starken I Trägern hergestellt und gewinnt dadurch an Steifigkeit. Erhöht wird dieselbe noch dadurch, dass das Stirnradvorgelege für den Antrieb der Hubspindel, das bisher an deren oberem Ende untergebracht war, an den Fuss der Spindel verlegt und damit ein Hauptgrund zu Ausbiegungen beseitigt ist. Die Zusammendrängung des ganzen Windwerks auf den unteren Teil des Gestelles vermehrt gleichzeitig die Standfestigkeit. Auch wird dadurch die Vorderseite des Gestelles im oberen Teile von vorspringenden Teilen vollständig befreit, und so eine Kollision zwischen Lokomotive und Hebeböcken unmöglich gemacht.

Zur Abstützung der Spindel dient ausser dem sonst üblichen Spurzapfen ein Kammlager, das Ueberlastung und Fressen des Zapfens verhindern soll. Die Hubmutter ist mit einer kugeligen Fläche versehen, auf welche sich der Träger stützt, sodass auch bei ungleichmässigem Heben exzentrische Belastung der Spindel vermieden wird. Da die Mutter infolge des untergebauten Stirnrades nicht so weit gesenkt werden kann, wie bei der normalen Ausführung, so musste der Träger gekröpft werden.

ausgeführt wird. Das Patent bezieht sich auf eine nicht eingezeichnete Sperrvorrichtung, die ein unbeabsichtigtes Zurückgehen des Schalthebels verhindert.

Fig. 154 gibt ein Bild der Arbeitsweise. Die *Gall*schen Ketten, die häufig von den Rädern absprangen, sind durch ausziehbare Wellen mit *Hook*schen Gelenken und Kegelrädern ersetzt, sodass die Entfernung der Hebeböcke von einander beliebig geändert werden kann und die Aufstellung wenig Zeit in Anspruch nimmt. Die *Hook*schen Gelenke sind so eingerichtet, dass sie sich leicht lösen lassen, sodass die vordere Querwelle schnell entfernt werden kann, wenn die Achsen herausgerollt werden. Heben und Senken soll je 12 Minuten in Anspruch nehmen.

Bei Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wird natürlich in Rücksicht zu ziehen sein, ob die Arbeitskräfte nicht so wie so verfügbar sind, wieviel Zeit ferner durch die Aufstellung verloren geht u. s. w. Sehr gute Dienste dürfte die neue Hebevorrichtung z. B. in solchen Fällen leisten, wo heissgelaufene Achsen in kürzester Zeit ausgewechselt werden sollen.

Ausserdem umfasst die Ausstellung eine grössere Reihe

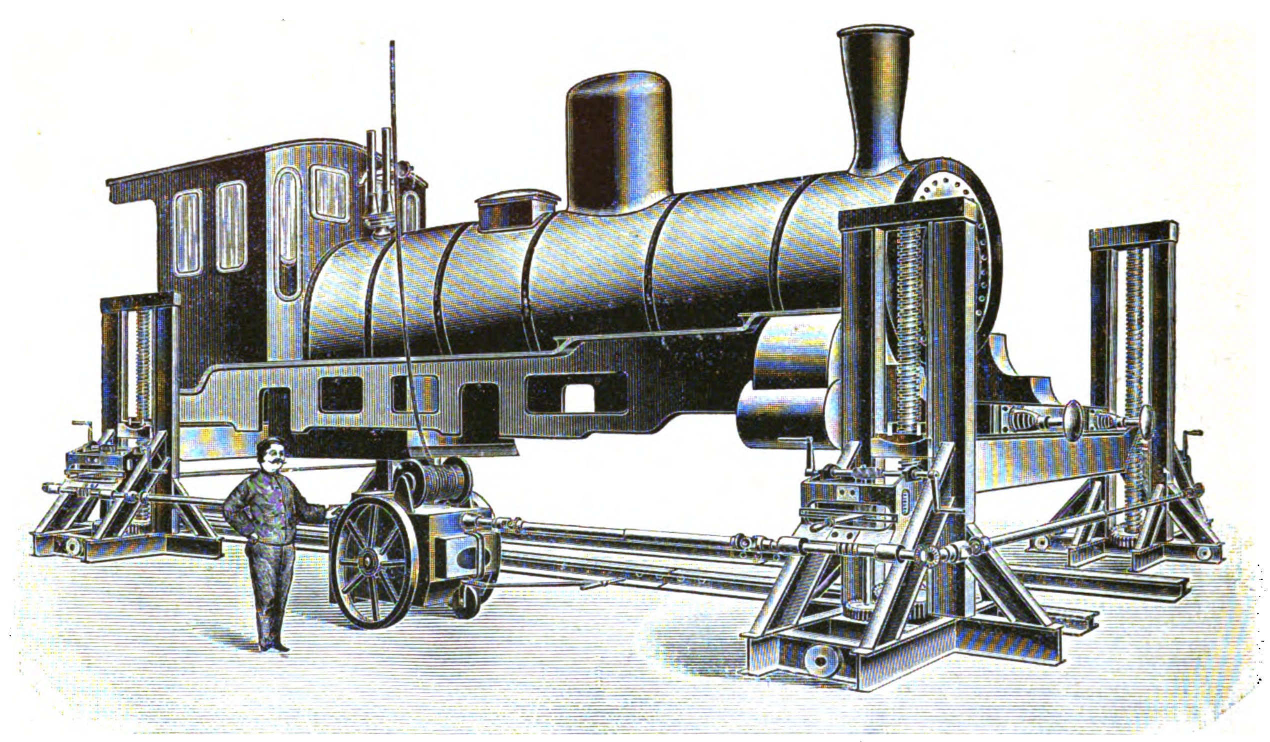


Fig. 154.
Lokomotivhebeböcke mit elektrischem Antrieb vom Werdohler Stanz- und Dampfhammerwerk.

Bisher war es allgemein üblich, die Hebeböcke mit Handkurbeln anzutreiben. Um an Zeit und Bedienungsmannschaft zu sparen, hat man zuerst in der Königlichen Eisenwerkstatt in Nippes einen fahrbaren Elektromotor zum Antrieb verwandt, wobei die Hebeböcke unter sich durch *Gall*sche Gelenkketten verbunden und die Kurbelwellen durch Stirnräder angetrieben wurden. Dabei war nur ganz gleichmässiges Heben an allen vier Böcken möglich. Da es aber zuweilen nötig ist, die Lokomotive schief zu stellen, oder aber sehr langsam und vorsichtig anzuheben, wenn sich die Achsbuchsen in den Gleitbacken festgeklemmt haben, so trennt *Schlesinger* um nicht in solchen Fällen den elektrischen Antrieb demontieren zu müssen, die beiden Triebwerke von einander und rückt durch eine eigens für diesen Zweck konstruierte Momentumschaltung[2]) nach Belieben eines von beiden ein.

In der Zeichnung ist angenommen, dass die Kurbelwelle mit Kegelrädern, der Elektromotor dagegen mit Schneckengetriebe auf die senkrechte Welle arbeitet. Die Schnecke ist lediglich des ruhigen Ganges wegen angewandt. Mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad ist sie viergängig ausgeführt und mit Kugellagern versehen. Aus dem Schnitt (Fig. 153) ist die Umschaltung erkennbar, die mit Klauenkupplungen

[2]) D. R.-P. No. 177 834.

Winden verschiedenster Art, Zahnstangen- und Schraubenwinden für Wagen und Lokomotiven, Schlittenwinden, hydraulische Hebeböcke u. s. w. Beachtung verdienen u. a. die Winden für Motorwagen. Fig. 155 gibt die Abbildung einer dafür bestimmten Zahnstangenwinde mit doppeltem Eingriff, die für 750 und 1500 kg Tragkraft angefertigt wird, und 7 bezw. 9 kg wiegt. Die „Duplex-Schraubenwinde“ (Fig. 156) zeichnet sich vor allem durch ihren grossen Hub bei geringer Bauhöhe aus, da bei Drehung der Mutter diese selbst sich hebt, und gleichzeitig die Tragspindel sich der Mutter gegenüber verschiebt, während in der tiefsten Stellung beide Spindeln vollständig in die Mutter eintreten. Natürlich ist die Uebersetzung geringer als bei der einfachen Schraubenwinde. Die untere Spindel erhält flaches Gewinde, um Rückdrehung der Mutter zu verhindern. Die Tragspindel dagegen ist steilgängig und durch einen vierkantigen Federkeil mit der unteren festen Spindel verbunden, sodass sie sich nicht drehen kann.

Die Hauptwerte gibt folgende Tabelle:

Tragkraft . . .	1000	1500	3000	5000	7500	kg
Niedrigster Stand .	230	180	180	240	320	mm
Hub	320	215	215	290	380	mm
Gewicht	2,5	2	6	9	14	kg.

Beide Winden sind zum Musterschutz angemeldet.

An den gewöhnlichen Zahnstangenwinden bringt *Schlesinger* als Ersatz für die sonst üblichen Sperräder, die bei

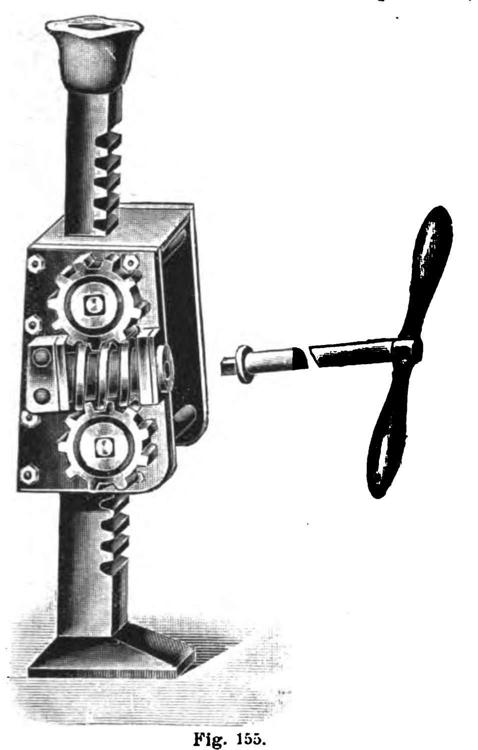


Fig. 155.
Duplex-Zahnstangenwinde vom Werdohler Stanz- u. Dampfhammerwerk.

unvorsichtigem Einwerfen oder Ausheben der Sperrklinke sehr leicht zu Unglücksfällen Veranlassung geben, eine gedrängt gebaute Bremsvorrichtung nach dem bekannten Prinzip der *Weston*schen Klemmbremse an. In Fig. 157 ist

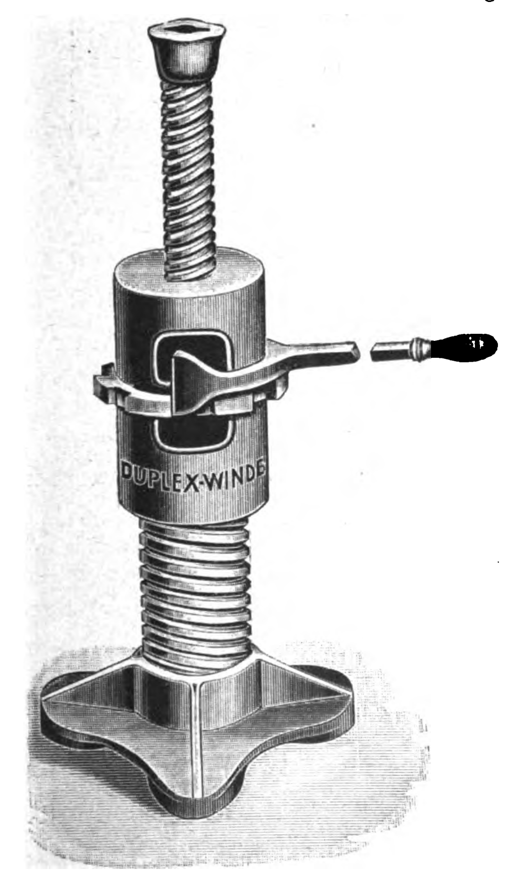


Fig. 156.
Duplex-Schraubenwinde vom Werdohler Stanz- und Dampfhammerwerk.

mit L ein Lager und mit R das Antriebsritzel bezeichnet, das mit der Kurbelwelle aus einem Stück besteht. Zwischen der mit Gewinde versehenen Kurbelnabe und dem Bund der Kurbelwelle sitzt lose drehbar ein Zahnrad Z_1, in Eingriff mit dem Zahnrad Z_2, das sich auf einem in die Gehäusewand geschraubten Bolzen dreht und mit Sperrzähnen versehen ist. Die Büchse A wird durch eine Feder gegen das Zahnrad gedrückt und verhindert dessen Rechtsdrehung, während sie die Linksdrehung freigibt.

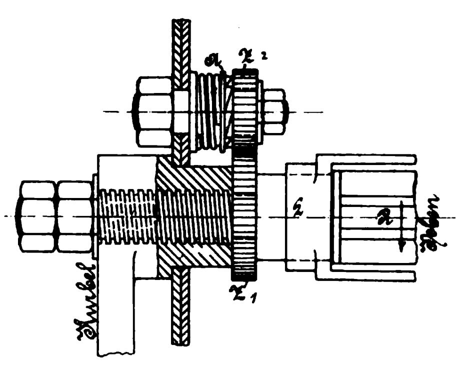


Fig. 157. Brennvorrichtung von Schlesinger.

Beim Aufwinden sucht sich nun die rechts gedrehte Kurbel auf die Welle zu schrauben und presst dabei das Zahnrad zwischen ihre Nabe und den Wellenbund, sodass die Zahnräder mitgenommen werden. Bei losgelassener Kurbel tritt die Sperrung in Tätigkeit und verhindert Zurückfallen der Last. Wird die Kurbel rückwärts gedreht, so sucht sie sich von dem Zahnrad abzuschrauben und gibt, da jetzt der Reibungsschluss aufhört, die Last frei, die aber nur soweit sinken kann, bis durch Drehung der Welle, die sich ihrerseits in die Nabe hineinschraubt, die Kupplung wiederhergestellt ist. Somit ist der Niedergang der Last zwangläufig abhängig von der Rückdrehung der Kurbel. Wird diese losgelassen, so zieht sich die Kupplung selbsttätig fest und die Last bleibt stehen.

Nach den guten Erfahrungen, die mit ähnlichen Konstruktionen bei niedrigen Umdrehungszahlen gemacht sind, ist anzunehmen, dass die Bremse volle Sicherheit bietet. Die Gefahr, dass die unvorsichtig losgelassene Kurbel infolge von Reibung im Gewinde oder an der Widerlagsscheibe bei Rückdrehung der Welle mitgenommen werden könnte, anstatt sich festzuziehen, ist bei dem grossen einseitigen Uebergewicht der Kurbel wohl als ausgeschlossen anzusehen, zumal bei der langsamen Bewegung die Last immer rasch genug nachsinken wird, um völliges Losschrauben der Nabe vom Zahnrad zu verhindern.

Kleinere Hebezeuge von der Düsseldorfer Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. J. Losenhausen, Düsseldorf-Gravenberg[3]).

Von den Hebezeugen, die in und vor dem Pavillon der Firma *J. Losenhausen* ausgestellt waren, ist zunächst noch

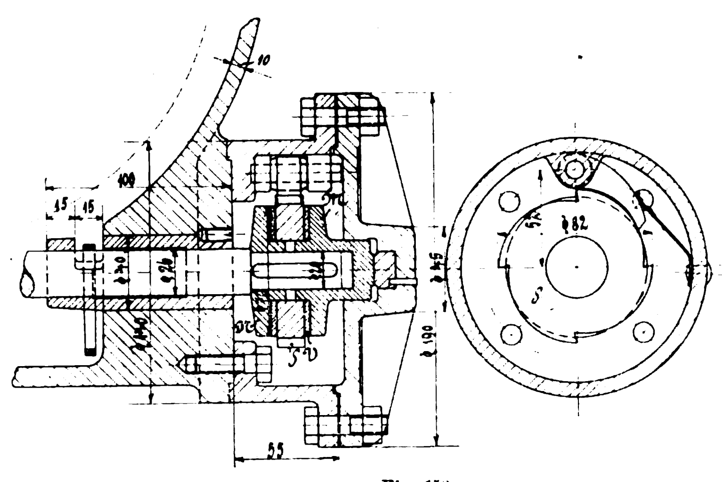


Fig. 158.
Lastdruckbremse von Losenhausen.

ein elektrisch betriebener Kohlenladekran von 1000 kg Trag-

[3]) Die grösseren Hebezeuge sind in D. p. J. Bd. **317**, Heft 31, 35 und 39 beschrieben.



kraft, 3 m Ausladung und 4 m Rollenhöhe zu erwähnen. Das Windwerk bildet zusammen mit dem 2pferdigen Motor, dessen Anker auf die Schneckenwelle fliegend aufgesetzt ist, ein geschlossenes Ganze und ist so durchgebildet, dass es an vorhandene Handkrane ohne weiteres angebracht werden kann. Das Polgehäuse des Motors ist mit dem Schneckenradgehäuse verschraubt[4]). Die Schnecke läuft in Oel. Fig. 158 giebt die Lagerung der Schneckenwelle sowie die auf derselben angebrachte Lastdruckbremse wieder. Der Achsialdruck wird auf die stählerne Spurplatte übertragen durch zwei Hülsen *M* und *N*, die aus Schmiedeeisen hergestellt und durch Einsetzen gehärtet sind. Sie nehmen ein Sperrad *S* mit aufgelegten Vulkanfiberscheiben *V* zwischen sich und sind durch Federn mit der Welle verbunden. Dreht sich die Welle im Sinne des Hebens, so gleitet die Sperrklinke über die Zähne weg, hört der Antrieb auf, so wird das Sperrad festgehalten und die Welle durch das doppelte Reibungsmoment auf beiden Seiten des Rades an der Rückdrehung verhindert. Erst durch den rückwärts umlaufenden Motor wird der Ueberschuss des Reibungswiderstandes vernichtet und die Last abhängig von der Motorgeschwindigkeit gesenkt.

Im Prinzip entspricht diese Ausführung der Bremse der *Benrather Maschinenfabrik*, welche diese insbesondere bei Laufkranen anwendet. Werden solche Winden häufig benutzt, so muss durch regelmässige Erneuerung des Oeles Warmlaufen verhindert werden.

Die Hubgeschwindigkeit beträgt 5,8 $^{m}/_{Min.}$ Soll der Kran von Hand bedient werden, so wird durch einen Hebel das Ritzel auf der Schneckenradachse ausgeschaltet und die Kurbelwelle eingerückt.

Die Ausstellung im Pavillon umfasst ferner eine Anzahl Schnecken- und Räderlaufwinden, teils für elektrischen, teils für Handbetrieb, eine davon mit in Zapfen aufgehängtem, pendelndem Hubwerk, weiter Aufzugsmaschinen, Kabelwinden, Flaschenzüge verschiedener Systeme sowie kleine Winden aller Art. Die Zahnstangenwinden werden in bester Qualität als sogenannte Sicherheitswinden ausgeführt, bei denen das Sperrad durch eine Bremseinrichtung an der Kurbel ersetzt ist. Endlich ist noch ein Satz Lokomotivhebeböcke von 60000 kg Tragkraft zu erwähnen.

Schraubenflaschenzug „Patent Mork" von H. Wilhelmi, Mülheim a. d. Ruhr.[5])

Der Flaschenzug von *H. Wilhelmi* weist eine sehr beachtenswerte Neuerung auf. Während bei den gebräuchlichen Systemen die Bewegung des leeren Hakens genau so wie die der schwersten Last vor sich geht und daher unverhältnismässig viel Zeit erfordert, rückt *Wilhelmi* beim Auf- und Niederholen des leeren Hakens oder sehr leichter Lasten die Schnecke aus, sodass jetzt der Arbeiter direkt an der Lastkette anfassen, also mit einfacher loser Rolle arbeiten kann. Die Wirkungsweise der Vorrichtung lässt sich nach den Abbildungen Fig. 159 und 160 im Prinzip verfolgen.

Die Schneckenwelle ist in einem Rahmen *a* gelagert, der durch Zug an dem am Hebel *f* befestigten Seil um Punkt *b* gedreht werden kann. Dadurch kommt die Schnecke in die gezeichnete, ausgerückte Lage. Der Rahmen wird am Zurückfallen durch eine federnde Platte *c* verhindert, und der Haken kann nun durch Zug an der Lastkette mit grösster Geschwindigkeit gehoben und gesenkt werden. Um die Schnecke wieder einzurücken, hat man durch Ziehen an der Handkette die Schneckenwelle in beliebiger Richtung zu drehen, wobei eine auf derselben angebrachte Warze gegen den Winkelhebel *d* stösst, der sich heben muss und dabei die Stützplatte *c* herausdrückt. Der Rahmen fällt jetzt in seine frühere Lage zurück.

Dass die Schnecke etwa unvorsichtiger Weise ausgerückt wird, während eine schwere Last am Haken hängt, wird mit Sicherheit dadurch verhindert, dass das eine Ende der Lastkette an dem beweglichen Rahmen aufgehängt ist.

Ausstellung der Welter Elektrizitäts- und Hebezeugewerke A.G., Köln-Zollstock.

Die Firma ist Inhaberin der früheren *Hebezeugfabrik A.-G., vorm. Georg Kieffer*, und baut kleinere Hebezeuge aller Art, sowie Aufzüge und Krane verschiedener Systeme.

Von den ausgestellten Gegenständen sei der Schraubenflaschenzug „Patent *Kieffer*" erwähnt, der sich besonders durch die Einfachheit der Bremsvorrichtung auszeichnet, aber schon an anderer Stelle beschrieben worden ist.[6]) Als Neuheit bringt die Firma Flaschenzüge mit Kugeldrucklager und Schnellsenkvorrichtung[7]) auf den Markt. Bei dieser Konstruktion wird der Achsialdruck der Schneckenwelle beim Aufwinden durch ein Kugellager abgefangen, während beim Ablassen, wie an den meisten neueren Flaschenzügen, eine Lastdruckbremse in Tätigkeit tritt, deren überschüssiges Reibungsmoment durch Ziehen an der Handkette zu überwinden ist. Um aber die Last beliebig schnell senken zu können, ist hier die Einrichtung getroffen, dass durch eine Schraube mit steilem Gewinde, die in der Verlängerung der Schneckenachse in das Gehäuse eingebaut ist, die Schneckenwelle auf einen Spurzapfen abgestützt und so die Bremse entlastet werden kann. Man hat zu dem Zwecke an einer Schnur zu ziehen, die an einem auf der Schraube befestigten Hebel angreift. Nach Loslassen der Schnur wird der Hebel

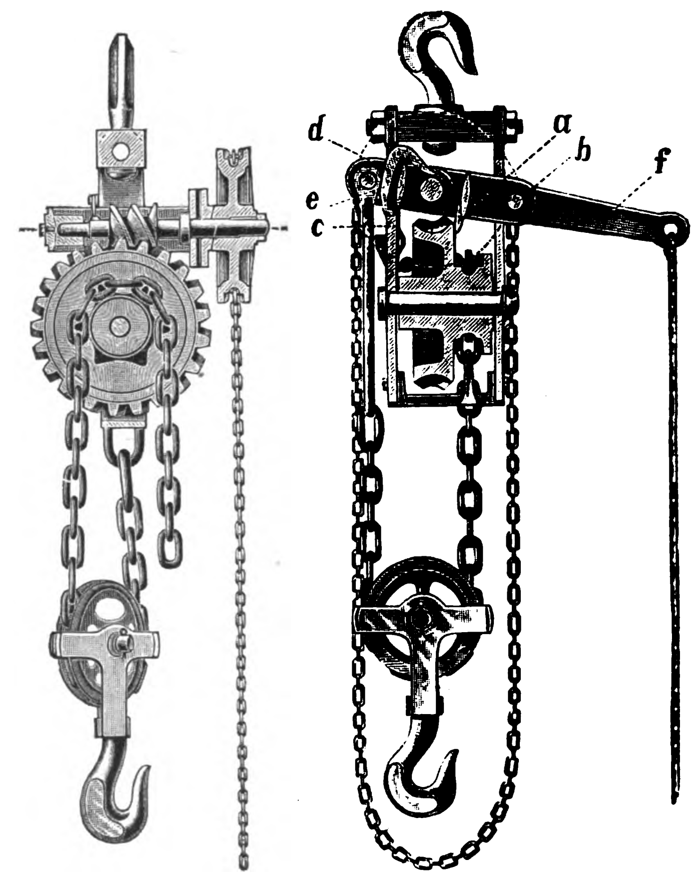


Fig. 159. Fig. 160.
Flaschenzug mit ausrückbarem Vorgelege von Wilhelmi.

durch ein Gegengewicht in die normale Stellung zurückgeführt. Auf diese Weise lässt sich die Last beliebig schnell abbremsen. Eine Beschleunigung der Bewegung des leeren Hakens, wie bei der Konstruktion von *Wilhelmi*, ergibt jedoch diese Anordnung nicht.

Auf eine andere Spezialität der Firma, die sogenannte Zentratorkupplung, soll hier noch besonders hingewiesen werden, weil sie für elektrisch betriebene kleinere Hebezeuge unter Umständen sehr wertvoll sein kann. Die Kupplung giebt die Möglichkeit, zwei konachsiale Wellen mit einander zu verbinden, bei einer Uebersetzung von 1 : 10 bis 1 : 5. Da die Uebertragung lediglich durch Reibungsrollen geschieht, so ist der Betrieb vollkommen geräuschlos, auch bei den höchsten Umdrehungszahlen der Antriebswelle. Die Kupplung wird in den Deckel des Elektromotors direkt eingebaut und nimmt daher sehr wenig Platz weg. Da nur rollende Reibung auftritt, so wird der Wirkungsgrad ziemlich hoch sein, nach

[4]) Vergl. Fig. 119 und 121, S. 623, Bd. **317**, Aufzugwinde von Losenhausen.

[5]) D. R.-P. 102733 und 108452.

[6]) *Ernst*, Hebezeuge, 3. Aufl., S. 787.

[7]) D. R.-P. 25368.



Angabe der Fabrik bis zu 96 %. Die Firma verwendet die Zentratorkupplung z. B. bei elektrisch betriebenen Flaschenzügen, auf der Ausstellung wurde sie zum Antrieb der Kohlenförderrinne (Propellerrinne) von *Marcus* benutzt.

Normal wird die Kupplung für Motoren von $^1/_8$ PS und 2000 Touren (Uebersetzung 1 : 10) bis zu 5 PS und 1150 Touren (Uebersetzung 1 : 5) gebaut. Neuerdings bringt die Firma „Zentratormotoren" bis 10 PS in den Handel, bei 190 Umdrehungen der Kupplungswelle.

Des geräuschlosen Laufes wegen dürfte sich die Kupplung z. B. als Ersatz für Schneckengetriebe bei Aufzügen empfehlen, allgemeinerer Verwendung steht ihr ziemlich hoher Preis entgegen, der wohl durch die erforderliche äusserst sorgfältige Herstellung bedingt ist.

Die Bielefelder Winden- und Werkzeugmaschinenfabrik Huck & Co., Bielefeld,

stellte ausser je einem Satz Lokomotiv- und Wagenhebeböcke eine grössere Anzahl Zahnstangen-, Schrauben- und Schlittenwinden, sowie Stirnrad- und Schraubenflaschenzüge aus.

Die Lokomotivhebeböcke unterscheiden sich von der normalen Ausführung durch den grossen Durchmesser der Laufrollen, der besonders bei schweren Böcken den Transport erleichtert. Bei der Benutzung wird der Bock durch Schrauben mit Kurbeln oder Handrädern gesenkt und auf den Boden abgestützt. Die Träger werden gekröpft ausgeführt, sodass auch Lokomotiven mit sehr niedrigem Rahmen gehoben werden können.

Zahnstangen- und Schraubenwinden wurden ferner von folgenden Firmen ausgestellt:

Blankennagel & Klein, Eckesey (Westfalen).

Carl Dan. Peddinghaus, Altenvoerde (Westf.)

Friedr. Beyersmann, Hagen i. W.

Die letztere Firma stellte auch Lokomotivhebeböcke aus.

Alle vorstehend angeführten Firmen, die sich mit dem Bau von Kleinhebezeugen befassen, heben übereinstimmend hervor, dass sie für genaueste Arbeit Sorge tragen und bestes Material verwenden, das auf der Zerreissmaschine geprüft wird. Von besonderer Wichtigkeit ist das bei Zahnstangenwinden, die möglichst kompakt und leicht gebaut werden müssen, und bei denen das Material daher so stark angestrengt wird, wie vielleicht nirgends sonst im Maschinenbau.

Zum Schluss sind noch einige Aussteller kurz zu erwähnen, zunächst *Arthur Koppel*, Bochum, der in seinem Pavillon das betriebsfähige Modell eines *Temperley-Transporters* vorführte, ferner die Firma *J. Pohlig, A.-G.*, Köln-Zollstock, die ein ähnliches Modell eines *Huntschen Elevators*, sowie eine Anzahl Abbildungen ausgeführter Anlagen ausstellte. Ueber beide Kransysteme sind bereits eine Reihe von Veröffentlichungen erschienen, so dass eine Behandlung an dieser Stelle überflüssig ist.

Als Ausstellungsgegenstände, für deren Besprechung ich keine Unterlagen erhalten konnte, sind endlich noch zu nennen:

ein elektrischer Einmotorenlaufkran der Firma *Collet und Engelhard*, Offenbach a. M.,

ein elektrisch betriebener Personenaufzug von *Stigler*, ausgestellt durch Ingenieur *H. Hammelsbeck*, Köln.

Damit ist die Besprechung der Hebezeuge abgeschlossen. Ich hoffe, dass der Leser ebenso wie der Besucher der Ausstellung den Eindruck gewonnen hat, dass der deutsche Hebezeugbau auf einer hohen Stufe steht, und namentlich, was sorgfältige Durchbildung der Konstruktion sowie Präzision der Ausführung und Betriebssicherheit anbelangt, nichts zu wünschen übrig lässt. Die Gründlichkeit in jeder Beziehung pflegt ja der Deutsche als ein Vorrecht für sich in Anspruch zu nehmen. Viele interessante Einzelheiten boten sich dem Beobachter, dass indessen bahnbrechende Neuerungen durch die Ausstellung zur allgemeinen Kenntnis gelangt wären, kann man nicht behaupten, und es ist kaum anzunehmen, dass ein *deutscher Fachmann* durch das, was er gesehen hat, geradezu überrascht gewesen ist. Als wichtigste Errungenschaft der letzten Jahre darf, sofern von den aus Amerika herübergenommenen Kransystemen abgesehen wird, wohl der Riesenkran mit hammerförmigem Ausleger für Schiffswerften angesehen werden. Die von *Bechem & Keetman* sowie der *Benrather Maschinenfabrik* ausgestellten Modelle dieser Kranform boten indessen gegenüber den früher veröffentlichten Ausführungen nur Abänderungen in Einzelheiten dar. Der Einfluss Amerikas auf den deutschen Hebezeugbau kam verhältnismässig wenig zur Geltung, weil die hierher gehörigen Konstruktionen, deren Aufgabe namentlich Verladung von Massengütern sowie schnelle Bedienung von Lager- und Arbeitsplätzen ist, grösstenteils zu umfangreich für eine Ausstellung sind und daher nur in Modellen vorgeführt werden konnten. Aus ähnlichen Gründen waren auch z. B. rasch arbeitende Laufkrane für Stahlwerke nicht zu finden. Unerwartet war vielleicht für manchen Besucher die ausgebreitete Anwendung der Elektrizität, die allen Anforderungen des Kranbetriebes in ganz hervorragender Weise gerecht geworden ist.

Ein Urteil darüber, in welcher Weise und auf welchen Spezialgebieten der Hebezeugbau sich voraussichtlich weiter entwickeln wird, ist sehr schwer zu fällen. Das hängt auch im allergeringsten Masse von dem Konstrukteur selbst ab, der doch nur die Aufgaben lösen kann, die ihm gestellt werden, und nicht Konstruktionen erfinden darf, für die kein Bedürfnis vorliegt. Von sehr grossem Einfluss ist die gesamte industrielle Politik, namentlich so weit sie den Verkehr betrifft, denn ein grosser Teil der Hebezeuge bildet ja ein Zwischenglied im Gütertransporte. Billige Eisenbahnfrachten für Kohlen und Erze, Vergrösserung der Ladefähigkeit der Güterwagen, nach der von allen Seiten gerufen wird, würden jedenfalls eine vollständige Verschiebung der Transportverhältnisse und damit auch der Umschlagvorrichtungen zur Folge haben. Aber die Einführung von Neuerungen gerade auf diesem Gebiete scheint bei uns ausserordentlichen Schwierigkeiten zu begegnen. Vielleicht liegt es daran, dass es dem Deutschen nicht so leicht wird, wie dem Amerikaner, mit grossen Zahlen zu rechnen.

Wir müssen eben lernen, das Kleine vom Grossen zu unterscheiden. Bei uns herrscht immer noch die leidige Gewohnheit, vor allen Dingen bei den Staatsbehörden, dass der Besteller nicht zufrieden ist, wenn nicht seine Privatideen, die zuweilen recht seltsamer Natur sind, in der Maschine verwirklicht werden, — die Verantwortung dafür hat selbstverständlich der Fabrikant zu tragen. Dass es unter solchen Verhältnissen nicht möglich ist, eine gute, billige Marktware herzustellen, liegt auf der Hand. Da ist die deutsche „Gründlichkeit", die für jeden besonderen Fall etwas ganz besonderes schaffen will, sehr schlecht angebracht. Es wird schwerlich jemandem einfallen, von einem Nähmaschinenfabrikanten zu verlangen, dass er die Nähmaschine der Form und dem Stil des Zimmers anpasst. Ein Kaikran spielt aber für eine Hafenverwaltung keine wichtigere Rolle, als eine Nähmaschine für den Haushalt. Wenn es sich um grosse Anlagen handelt, dann ist sorgfältige und eingehende Ueberlegung richtig und notwendig. Aber die kleinen Ausstattungsgegenstände sollte man sich doch aus der Marktware herauswählen.

Nur wenn wir von solchen höheren Gesichtspunkten ausgehen, wird es möglich sein, endlich zum wirklichen Grossbetrieb überzugehen, und die Arbeitsteilung, und damit die Ausnutzung der Arbeitskraft, so durchzuführen, dass unsere Industrie auf dem Weltmarkte konkurrenzfähig bleibt.

Analytisch-graphisches Verfahren zur Bestimmung der Durchbiegung zwei- und dreifach gestützter Träger.

Von Dr.-Ing. **Max Kloss.**

(Fortsetzung von S. 206 d. Bd.)

II. Der dreifach gestützte Träger.

a) Bestimmung der Biegungsmomente und Stützdrücke.

1. Träger nur in einem Felde belastet.

Die Auflager mögen so eingerichtet sein, dass sie in allen zur Trägerachse senkrechten Richtungen Stützdrücke aufnehmen können, wie es z. B. bei den Lagern von Maschinenwellen der Fall ist. Die in Richtung der Wellenachse auftretenden Reibungskräfte mögen vernachlässigt werden. Wir haben dann die beiden Gleichgewichtsbedingungen, dass die Summe sämtlicher Kräfte und ebenso die Summe aller Momente gleich Null sein müssen. Da wir jedoch 3 Unbekannte, das sind die 3 Stützdrücke, haben, so ist die Aufgabe statisch unbestimmt. Sie kann nur gelöst werden unter Zuhilfenahme der Theorie der elastischen Linie.

Auf Grund unserer bisherigen Untersuchungen bietet jedoch die Lösung der Aufgabe keinerlei Schwierigkeiten. Wir können nämlich den im dritten Lager (2 in Fig. 11) auftretenden Lagerdruck als Belastungskraft T_2 für den in den Punkten *1* und *0* gestützten Träger l_1 ansehen. Dann haben wir denselben Fall, den wir im vorhergehenden Abschnitt ausführlich behandelt haben, nämlich einen zweifach gestützten, mit Innen- und Aussenkraft belasteten Träger. Nur ist hier vorläufig noch die Aussenkraft T_2 unbekannt. Wenn wir diese zunächst beliebig annehmen, so können wir nach der zuletzt abgeleiteten Gleichung (43. die im Angriffspunkt *2* der Kraft T_2 auftretende Durchbiegung y_2 berechnen

$$y_2 = -\frac{l_2}{3\,E\,J}\left[M'\left(a_1+\frac{b_1}{2}\right)+M_0'\,L\right] \quad (44.$$

Da wir nun annehmen, dass die drei Lager *1*, *0* und *2* in gleicher Höhe liegen, so muss

$$y_2 = 0$$

sein. Hieraus ergiebt sich aber die Bedingungsgleichung

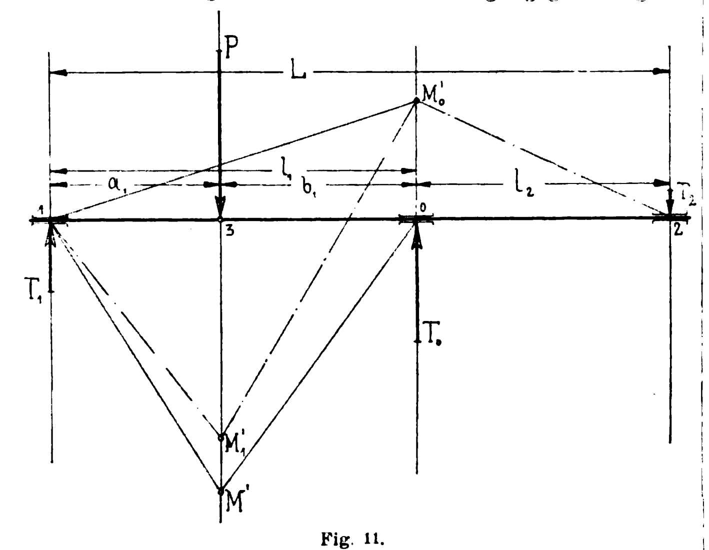


Fig. 11.

$$M_0'\,L + M'\left(a_1+\frac{b_1}{2}\right) = 0 \quad . \quad (45.$$

Hierin bedeutet M' das Biegungsmoment, das die Kraft P_1 in ihrem Angriffspunkt hervorbringen würde, wenn der Träger nur in den beiden Punkten *1* und *0* unterstützt wäre, also

$$M' = \frac{P_1\,a_1\,b_1}{l_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (46.$$

und M_0' das vom Stützdruck T_2 herrührende Biegungsmoment, also

$$M_0' = -\,T_2\,.\,l_2 \quad . \quad . \quad . \quad (47.$$

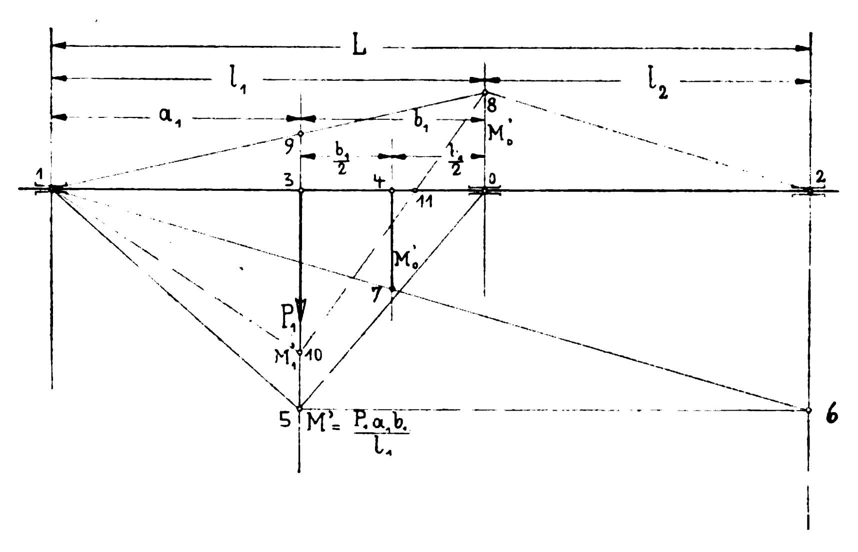


Fig. 12.

Aus (45. lässt sich nun dieses Moment berechnen

$$M_0' = -\,M'\,.\,\frac{a_1+\frac{b_1}{2}}{L} = -\,\frac{P_1\,a_1\,b_1\left(a_1+\frac{b_1}{2}\right)}{l_1\,.\,L} \quad (48.$$

Was das Vorzeichen der Biegungsmomente anlangt, so wollen wir folgende Regel festsetzen: Das in einem Trägerquerschnitte auftretende Biegungsmoment ist positiv, wenn die gezogene Faser unten liegt, negativ, wenn sie oben liegt. Aus den durch M' und M_0' gegebenen Momentenflächen findet man dann durch algebraische Addition die resultierende Momentenfläche. Das im Angriffspunkt *3* der Kraft P_1 wirklich auftretende Biegungsmoment ist dann

$$M_1' = M' + M_0'\,\frac{a_1}{l_1} = M'\left(1-\frac{a_1\left(a_1+\frac{b_1}{2}\right)}{l_1\,.\,L}\right) \quad (49.$$

Da wir nunmehr sowohl das Biegungsmoment M_1' im Punkte *3* als auch dasjenige M_0' im Punkte 0 kennen, so ist die ganze Aufgabe auf den in Fig. 10 bereits behandelten Fall zurückgeführt.

Nach Gleichung (48. lässt sich das Mittellagermoment M_0' aus dem von P herrührenden M' zwar sehr einfach mit dem Rechenschieber ermitteln. Es soll hier jedoch auch eine einfache graphische Bestimmung gezeigt werden, da wir dieselbe später beim *abgesetzten* Träger anwenden werden. Die Konstruktion ist in Fig. 12 ausgeführt.

3 ist der Angriffspunkt der Kraft P_1, *4* der Halbierungspunkt der Strecke b_1, sodass also

$$(1/4) = a_1 + \frac{b_1}{2} \text{ ist.}$$



Man trägt nun das von P_1 bei zweifacher Lagerung erzeugte Biegungsmoment

$$M' = \frac{P_1\, a_1\, b_1}{l_1}$$

als Strecke (*3/5*) auf, zieht *5/6* parallel *1/2* und verbindet *6* mit *1*. Diese Linie schneidet die in *4* errichtete Vertikale in Punkt *7*. Dann ist Strecke

$$(4/7) = (2/6) \,.\, \frac{a_1 + \frac{b_1}{2}}{L} = M' \frac{a_1 + \frac{b_1}{2}}{L} = M_0'$$

also gleich dem gesuchten Mittellagermoment.

Nunmehr macht man (*0/8*) = (*4/7*) = M_0', zieht *1/8* und trägt (*5/10*) = (*3/9*) von *5* aus ab. Dann ist *1/10/11/8/2* die resultierende Momentenfläche. (*3/10*) = M_1' ist das in *3* wirklich auftretende Moment, aus dem sich der Stützdruck T_1 ergiebt

$$T_1 = -\frac{M_1}{a_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (50.$$

Der Stützdruck im Lager *2* ergiebt sich aus M_0'

$$T_2 = -\frac{M_0'}{l_2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (51.$$

Den Stützdruck im Mittellager findet man dann aus der Gleichgewichtsbedingung

$$P_1 + T_1 + T_2 + T_0 = 0 \quad . \; . \; (52.$$

Ist der Träger im Felde l_1 mit mehreren Einzelkräften belastet, so bestimmt man für jede Kraft die Momente und addiert dann alle Momentenflächen.

2. *Träger in beiden Feldern belastet.*

Für die im rechten Trägerfelde l_2 angreifende Last P_2 gilt natürlich genau dasselbe, was für die Kraft P_1 abgeleitet wurde. Das von ihr im Mittellager 0 erzeugte Biegungsmoment M_0'' ergiebt sich ohne weiteres entsprechend der Gleichung (48.

$$M_0'' = -M'' \frac{a_2 + \frac{b_2}{2}}{L} = -\frac{P_2\, a_2\, b_2 \left(a_2 + \frac{b_2}{2}\right)}{l_2 \,.\, L} \quad (48a.$$

Die Konstruktion der Momentenfläche ist genau dieselbe wie die in Fig. 12 für Feld l_1 ausgeführte.

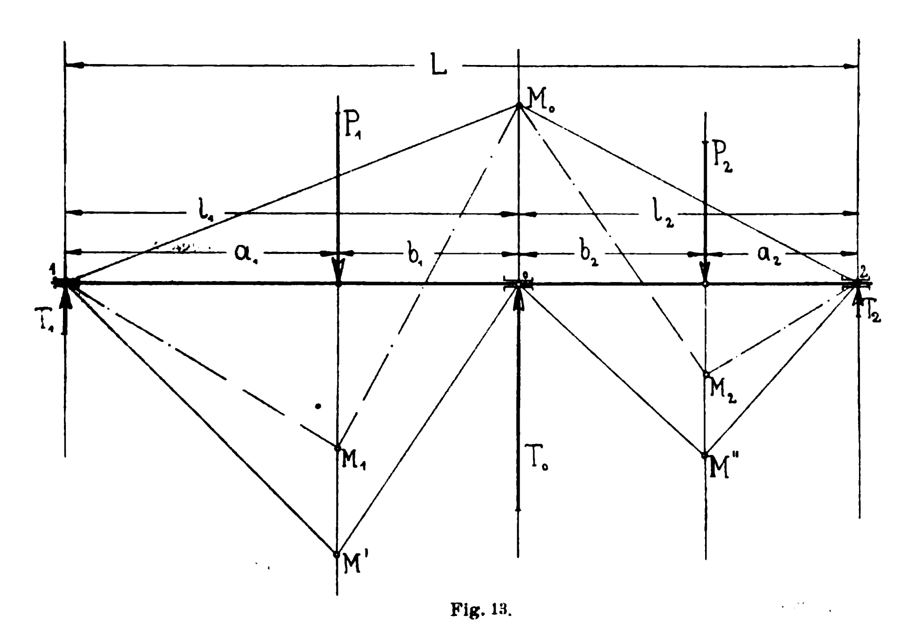


Fig. 13.

Wirken die beiden Kräfte P_1 und P_2 in der gleichen Achsialebene, so erhält man das resultierende Momentendiagramm einfach durch Addierung der einzelnen Momentenflächen. Das im Mittellager 0 auftretende Biegungsmoment M_0 ist dann (Fig. 13)

$$\left.\begin{aligned} M_0 = M_0' + M_0'' &= -\left(M' \frac{a_1 + \frac{b_1}{2}}{L} + M'' \frac{a_2 + \frac{b_2}{2}}{L} \right) \\ M_0 &= -\frac{P_1\, a_1\, b_1 \left(a_1 + \frac{b_1}{2}\right)}{l_1 \,.\, L} - \frac{P_2\, a_2\, b_2 \left(a_2 + \frac{b_2}{2}\right)}{l_2 \,.\, L} \end{aligned}\right\} \quad (53.$$

Es ist dies die bekannte Formel zur Bestimmung des Biegungsmomentes im Mittellager. (Vgl. „Hütte“, 17. Aufl., Seite 381, Gleichung (1. für $y_0 = y_1 = y_2$, $M_0 = 0$, $M_2 = 0$, $q_0 = 0$, $q_1 = 0$.)

Wirken die beiden Kräfte nicht in der gleichen Ebene, so hat man die von den Einzelkräften herrührenden Biegungsmomente und Stützdrücke geometrisch zu addieren.

b) Bestimmung der elastischen Linie.

Wenn wir nach den eben abgeleiteten Formeln die auftretenden Biegungsmomente bestimmt haben, bietet die Aufzeichnung der elastischen Linie keine Schwierigkeiten mehr, da sie einfach nach dem in Fig. 10 (Seite 206) dargestellten Verfahren erfolgen kann.

Will man nur die Durchbiegung im Angriffspunkte der Kraft P_1 haben, so braucht man natürlich nicht erst die ganze elastische Linie aufzuzeichnen. Man kann dann f_1 direkt berechnen. Die Ableitung der Gleichung würde hier zu weit führen, sie ergiebt sich aber ohne weiteres aus den früher gegebenen Sätzen. Wir finden dann

$$f_1 = \frac{a_1\, b_1}{3\, E\, J} \left[M' + M_0 \frac{a_1 + \frac{b_1}{2}}{l_1} \right] \quad . \; . \; . \; (54.$$

Hierin ist

$$M_0 = -\left(M' \frac{a_1 + \frac{b_1}{2}}{L} + M'' \frac{a_2 + \frac{b_2}{2}}{L} \right) \quad . \; (53.$$

und

$$M' = \frac{P_1\, a_1\, b_1}{l_1} \text{ und } M'' = \frac{P_2\, a_2\, b_2}{l_2}$$

Die Gleichung (54. hat dieselbe Form wie für einen zweifach gestützten Träger:

$$f_1 = \frac{\mathfrak{M}\, a_1\, b_1}{3\, E\, J} \quad . \; . \; . \; (54a.$$

Wir können also $\mathfrak{M}$ als äquivalentes Biegungsmoment ansehen, das bei frei aufliegendem, zweifach gestützten Träger die gleiche Durchbiegung hervorbringen würde. Dieses äquivalente Moment $\mathfrak{M}$ setzt sich zusammen aus dem Moment M', das die Kraft P_1 hervorrufen würde, wenn der Träger l_1 nur in den beiden Endpunkten *1* und *0* frei aufliegend gestützt wäre, und der zum Punkte $x = a_1 + \frac{b_1}{2}$ gehörigen Ordinate des von M_0 über L gebildeten Momentendreiecks. Es mag auch bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen werden, dass man bei Einsetzung von Zahlenwerten genau auf die Vorzeichen zu achten hat.

Will man den Einfluss der Kraft P_1 für sich allein untersuchen, so hat man einfach in Gleichung (53. $M'' = 0$ zu setzen. Für die Durchbiegung im Angriffspunkte der Kraft P_1 erhält man dann

$$f_1' = \frac{M'\, a_1\, b_1}{3\, E\, J} \left[1 - \frac{\left(a_1 + \frac{b_1}{2}\right)^2}{l_1\, L} \right] \quad (55.$$

Diese Gleichung zeigt deutlich den Einfluss des dritten Lagers auf die Durchbiegung. Denken wir uns das dritte Lager in die Unendlichkeit gerückt, so hat es keinen Einfluss mehr auf die Form der elastischen Linie, wir müssen also dann denselben Wert erhalten, wie für einen zweifach ge-

stützten Träger. In der Tat wird für $l_2 = \infty$ auch $L = \infty$, das zweite Glied in der Klammer wird $= 0$, und die Gleichung nimmt die Form an

$$f_1' = \frac{M' \cdot a_1 \, b_1}{3 \, E \, J}$$

Dies gilt aber für einen frei aufliegenden zweifach gestützten Träger.

Wenn wir andererseits wieder das dritte Lager uns unendlich nahe an das Mittellager verschoben denken, also $l_2 = 0$ und $L = l_1$ annehmen, so heisst das nichts anderes, als dass zwei unendlich benachbarte Punkte der elastischen Linie auf einer Horizontalen liegen müssen, dass also die Tangente der elastischen Linie im Mittellager horizontal verläuft. Dies ist aber das Kennzeichen für den einseitig eingespannten Träger. Wir erhalten zunächst aus Gleichung (55.

$$f_1' = \frac{M' \, a_1 \, b_1 \cdot}{3 \, E \, J} \left(\frac{4 \, l_1^2 - (2 \, a_1 + b_1)^2}{4 \, l_1^2} \right)$$

Diese Gleichung geht nach einigen einfachen Umformungen über in die Form:

$$f_1' = \frac{M' \, a_1 \, b_1^2}{12 \, E \, J \, l_1^2} (4 \, a_1 + 3 \, b_1) = \frac{P_1 \, a_1^2 \, b_1^3 \, (4 \, a_1 + 3 \, b_1)}{12 \, E \, J \, l_1^3} \quad (56.$$

(Vergl. „Hütte“, 17. Auflage, Seite 370, Zeile 17 für $Q = 0$.)

Will man nur den Einfluss der Kraft P_2 auf die Durchbiegung im Punkte $x = a_1$ für sich allein untersuchen, so hat man in Gleichung (53. und (54. $M' = 0$ zu setzen. Man erhält dann für die durch P_2 im Punkte $x = a_1$ hervorgerufene Durchbiegung:

$$f_1'' = - \frac{M'' \, a_1 \, b_1 \left(a_1 + \frac{b_1}{2}\right) \left(a_2 + \frac{b_2}{2}\right)}{3 \, E \, J \, l_1 \, L} \quad (57.$$

Wirken die beiden Kräfte P_1 und P_2 nicht in einer Ebene, so bestimmt man die von jeder einzelnen Kraft hervorgerufenen Durchbiegungen f_1' und f_1'' nach den eben entwickelten Gleichungen (55. und 57. und setzt beide vektoriell zusammen.

In der Praxis kommt oft der Fall vor, dass die drei Lager und die beiden Belastungskräfte P_1 und P_2 ganz symmetrisch zu einander angeordnet sind, dass also

$$l_1 = l_2 = \frac{L}{2} \text{ und } a_1 = b_1 = a_2 = b_2 = \frac{l_1}{2} \text{ ist.}$$

Für diesen Fall lassen sich natürlich die oben angegebenen Formeln wesentlich vereinfachen.

Die Gleichung (55. die uns die von P_1 hervorgerufene Durchbiegung im Punkte $x = a_1$ gibt, geht in die Form über:

$$f_1' = \frac{P_1 \, l^3}{66{,}7 \, . \, E \, J} \quad . \quad . \quad . \quad (55\,a.$$

Entsprechend erhalten wir für die von P_2 herrührende Durchbiegung im selben Punkte $x = a_1$ nach Gleichung (57.

$$f_1'' = \frac{P_2 \, l^3}{170{,}5 \, . \, E \, J} \quad . \quad . \quad . \quad (57\,a.$$

Trifft der hier angenommene Fall der symmetrischen Anordnung nicht zu, so kann man dann doch die eben abgeleiteten Formeln (55 a. und 57 a. für eine erste Ueberschlagsrechnung gut verwenden, um sich wenigstens von der ungefähren Grössenordnung des erforderlichen Trägheitsmomentes einen Begriff zu machen. (Fortsetzung folgt.)

Die Beurteilung des Wertes von Sprengstoffen.

Von Dr. **Rudolf Blochmann**, Zivil-Ingenieur und Sachverständiger für Sprengtechnik.

Für die Beurteilung von Sprengstoffen ist eine auf *empirischen* Untersuchungen beruhende Kenntnis von deren Eigenschaften zweifellos von hohem Werte, weil sich dadurch nicht allein ihr Sprengwert und damit also auch ihr Kaufwert, sondern auch ihre Sicherheit gegen die Gefahren der Schlagwetterzündung von vornherein angeben lassen.

Es ist nun bisher noch nicht möglich gewesen, die Vorgänge einer Explosion *während* derselben vollkommen messend zu verfolgen, weil die Messapparate der zerstörenden Wirkung der Explosion nicht stand halten können. Um so mehr ist es von Wichtigkeit, die verschiedenen für die Vorgänge während einer Explosion massgebenden Werte einzeln durch Versuche zu ermitteln. Der Lösung dieser Aufgabe ist nun eine grössere Reihe von wissenschaftlichen *Untersuchungen von Sprengstoffen* gewidmet gewesen, welche in dem Versuchslaboratorium der *Sprengstoff A.-G. Carbonit* in *Schlebusch* unter der Leitung des Herrn Direktors *C. E. Bichel* ausgeführt und von demselben in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Königreiche Preussen (Bd. L, Heft 3) veröffentlicht worden sind.

Die dort mitgeteilten bedeutsamen, mit Aufwand beträchtlicher Geldmittel und langjähriger Arbeit gewonnenen Versuchsergebnisse boten Veranlassung zu einer Reihe von Folgerungen und allgemeinen Betrachtungen, die den Gegenstand der folgenden Abhandlung bilden. Es wurde dabei angenommen, dass die pyrodynamischen Erscheinungen im allgemeinen, besonders aber das verschiedene Verhalten der Sprengstoffe gegenüber der Schlagwettergefahr von allgemeinem Interesse sind.

Die Theorie der Sprengstoffe ist bisher in Frankreich zweifellos am meisten gefördert worden. Alle französischen Forscher auf diesem Gebiete, namentlich die Herren *Berthelot*, *Sarrau u. Vieille*, *Mallard u. Le Chatelier*, *Moisson*, *Roux*, legen ihren Untersuchungen und Ableitungen die Zersetzungsgleichung der chemischen Bestandteile des Sprengstoffs zugrunde und übertragen vielfach Gesetze, welche für gewöhnliche Verhältnisse als bestätigt gelten können, auch auf die Verhältnisse der Explosion, wo es sich um Drucke und Temperaturen handelt, die unmittelbar bisher noch niemand und noch kein Instrument zu messen imstande war. Man bekommt freilich auf diese Weise exakte Formeln und durch deren Anwendung leicht rechnerisch bestimmte Ergebnisse, doch kann man nicht mit einer durch Versuche zu erhärtenden Sicherheit deren Richtigkeit behaupten; ebenso wenig lässt sich freilich ihre Zulässigkeit zahlenmässig widerlegen. Die von den französischen Forschern bis zu einem hohen Grade der Vollkommenheit ausgebildete Theorie der Wirkungen der Sprengstoffe beschäftigt sich hauptsächlich mit deren Kraftleistungen und betrachtet dabei vornehmlich die entstehenden Druckgrössen, in zweiter Linie die verrichteten Arbeiten, nicht aber die Sicherheit der Sprengstoffe gegen Schlagwetterzündung.

Aber gerade die mehr oder weniger grosse Sicherheit eines Sprengstoffs gegen die Schlagwetterzündung bietet uns eine Handhabe, sozusagen eine Probe auf das Exempel zu machen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass Sprengstoffe, welche nach den französischen theoretischen Ableitungen und Formeln (und nach denselben sind sogar unter beliebigem Herausgreifen weniger der hier in Frage kommenden Verhältnisse, gesetzliche Bestimmungen erlassen worden)[1]) als schlagwettersicher gelten müssen, dies keineswegs sind, und umgekehrt Stoffe, welche nach den französischen Bestimmungen in schlagwettergefährlichen Gruben nicht angewendet werden dürfen, tatsächlich in Mengen angewendet werden können, die grösser sind als die bei der praktischen Sprengarbeit im Bergwerk gewöhnlich gebrauchten. Der franzö-

[1]) Die in dem „Circulaire du ministère“ vom 1. Aug. 1890 enthaltenen Bestimmungen lauten:

1. Les produits de la détonation ne doivent renfermer aucun élément combustible, tels que hydrogène, oxyde de carbone, carbone solide etc.

2. Les températures de détonation des explosifs ne doivent pas passer 1500° dans les travaux en couche, et 1900° dans les travaux au rocher.

Allgem. Kennzeichnung des Sprengstoffes	Name des Sprengstoffes	Chemische Zusammensetzung des Sprengstoffes	Form des Sprengstoffes	Grösste erreichbare Ladedichte	1 kg Sprengstoff nimmt einen Raum ein von (l)	Ausbauchung des Trauzlschen Bleiblockes; Ladung: 10 g, Durchmesser und Höhe des Blockes: 20 cm (ccm)	Druck einer Patrone von 100 g in 15 l-Kammer nach Ausschaltung der Einwirkung der Oberfläche (kg/qcm)	Druck einer Patrone von 1 kg auf die Flächeneinheit der Wandung in einer 1 l-Kammer (berechn. nach 7a) (kg/qcm)	Druck auf die Flächeneinheit der Wandung im eig. Vol. (ber. n. 7a. u. 5a.) (kg/qcm)	1000 g Sprengstoff entwickeln bei der Explosion gasförmige Stoffe (auf 15° und 1 Atm. reduziert) (l)	Auf 1 l eingenommenen Raum entfallen bei der Explosion gasförmige Stoffe (auf 15° u. 1 Atm. reduziert) (l)	Anzahl der Kalorien, welche 1 kg Sprengstoff entwickelt (Kal.)	Entzündungsgeschwindigkeit (m in der Sekunde) (m/Sek.)	Dauer der Stichflamme von 100 g Sprengstoff (1/1000 Sek.) (Sk. 10^{-8})	Länge der Stichflamme von 100 g Sprengstoff (mm)	Eine Patrone von 30 mm Durchmesser überträgt die Entzündung auf eine andere auf eine Entfernung von mm (mm)	7 v. H. Schlagwettergemische u. m. aufgewirbeltem Kohlenstaub werden gezündet von (g)	Reziproke Werte der vorigen Spalte × 100 (Masszahlen für Schlagwettergefährlichkeit)
1.	2.	3.	4.	5a.	5b.	6.	7a.	7b.	7c.	8a.	8b.	9.	10.	11.	12.	13.	14a.	14b.
Gegen Schlagwetter unsicher	1. Schwarzpulver	75 v. H. Salpeter, 13 v. H. Kohle, 12 v. H. Schwefel	grobe Körner poliert	1,04	0,961	ohne Resultat	18,7	2805	2917	386	401	574	2 bis 300	77	110	nicht gemessen	5	200
Gegen Schlagwetter unsicher; Nitroglyzerin-Sprengstoffe	2. Sprenggelatine	92 v. H. Nitroglyzerin, 8 v. H. Kollodiumwolle	gummiartig	1,63	0,614	650	70,4	10560	17213	851	1386	1422	7700	9,72	224	frei liegend unvollkommene Detonation	5	200
Gegen Schlagwetter unsicher; Nitroglyzerin-Sprengstoffe	3. 65 v. H. Gelatine-Dynamit	$63^1/_2$ v. H. Nitroglyzerin, $1^1/_2$ v. H. Kollod. Wolle, 27 v. H. Natronsalpeter, 8 v. H. Holzmehl	knetbar	1,67	0,599	560	55,4	8310	13878	487	813	1321	6210	1,23	150	250	5	200
Gegen Schlagwetter unsicher; Nitroglyzerin-Sprengstoffe	4. 75 v. H. Guhr-Dynamit	75 v. H. Nitroglyzerin, 25 v. H. Guhr	trocken, teigartig	1,58	0,633	520	48,2	7230	11420	536	847	1170	6818	8,31	228	310	5	200
Gegen Schlagwetter sicher; Ammoniaksalpeter-Sprengstoffe	5. Donarit	80 v. H. Ammonsalpeter, 12 v. H. Trinitrotoluol, 3,8 v. H. Nitroglyzerin, 0,2 v. H. Kollod. Wolle, 4 v. H. Mehl	trocken, pulverig	1,31	0,763	500	48,7	7305	9570	1023	1341	836	3930 eingeschlossen 4137	0,40	69	60	130	0,77
Gegen Schlagwetter sicher; Ammoniaksalpeter-Sprengstoffe	6. Ammoncarbonit I	4,5 v. H. Stärkemehl, 80,3 v. H. Ammonsalp., 5 v. H. Kalisalp., 4 v. H. Nitroglyzerin, 0,2 v. H. Kollod. Wolle, 6 v. H. Kohlenstb.	wie feuchter Sand	1,11	0,900	470	46,8	7020	7792	922	1024	850	1753 eingeschlossen 3195	0,32	56	60	300	0,33
Gegen Schlagwetter sicher; Ammoniaksalpeter-Sprengstoffe	7. Ammoncarbonit	82 v. H. Ammonsalpeter, 10 v. H. Kalisalpeter, 4 v. H. Mehl, 4 v. H. gelat. Oel	wie feuchter Sand	1,19	0,840	330	42,25	6338	7541	930	1107	757	1649 eingeschlossen 3094	0,28	51	50	500	0,20
Gegen Schlagwetter sicher; Ammoniaksalpeter-Sprengstoffe	8. Thunderite	92 v. H. Ammonsalpeter, 4 v. H. Mehl, 4 v. H. Trinitrotoluol	trocken, pulverig	1,07	0,935	310	38,0	5700	6099	1021	1092	777	2137 eingeschlossen 3654	0,33	43	30	150	0,66
Gegen Schlagwetter sicher; Nitroglyzerin-Sprengstoffe	9. Carbonit II	30 v. H. Nitroglyzerin, $24^1/_2$ v. H. Natronsalp., $40^1/_2$ v. H. Mehl, 5 v. H. Kaliumbichromat	bröckelig, plastisch	1,49	0,671	300	34,7	5205	7755	746	1112	602	2472	0,53	48	190	900	0,11
Gegen Schlagwetter sicher; Nitroglyzerin-Sprengstoffe	10. Carbonit I	25 v. H. Nitroglyzerin, $30^1/_2$ v. H. Natronsalp., $39^1/_2$ v. H. Mehl, 5 v. H. Kaliumbichromat	bröckelig, plastisch	1,55	0,645	290	32,4	4860	7533	773	1198	601	3042	0,47	45	190	1000	0,10
Gegen Schlagwetter sicher; Nitroglyzerin-Sprengstoffe	11. Kohlencarbonit	25 v. H. Nitroglyzerin, 34 v. H. Kalisalpeter, $38^1/_2$ v. H. Mehl, 1 v. H. Barytsalpeter, 1 v. H. Lohmehl, $^1/_2$ v. H. Soda	bröckelig, plastisch	1,42	0,704	270	31,0	4650	6603	816	1160	506	2700	0,31	41	150	1100	0,09
Gegen Schlagwetter sicher; Nitroglyzerin-Sprengstoffe	12. Carbonite	25 v. H. Nitroglyzerin, $30^1/_2$ v. H. Kalisalpeter, 4 v. H. Barytsalp., 40 v. H. Lohmehl, $^1/_2$ v. H. Soda	bröckelig, weich	1,08	0,926	265	26,6	3990	4309	729	783	576	2443	0,33	40	200	über 1100	0,09

sische Gedankengang ist, kurz skizziert, dieser: Jede Explosion besteht in einer nach einer bestimmten Gleichung vor sich gehenden chemischen Zersetzung und wird begleitet von bestimmten thermischen Verhältnissen, welche bewirken, dass eine bestimmte Temperatur bei diesem Vorgange erreicht wird. Diese Temperatur, welche übrigens als ganz unabhängig von der verwendeten Sprengstoffmenge angenommen wird, wird aus den thermischen Werten der betreffenden Zersetzungsgleichung rechnerisch ermittelt. Dann wird gesagt: Sprengstoffe, bei welchen diese errechnete Temperatur unter einer bestimmten Grenze liegt, gelten als schlagwettersicher; liegt die Temperatur aber über jener Grenze, so gelten sie als unsicher. Es mag ferner auch noch darauf hingewiesen sein, dass die französischen Bestimmungen den Gebrauch von Sprengstoffen, deren angenommene Zersetzungsgleichung auf der rechten Seite das Auftreten von C, CO, H aufweist, von der Verwendung in schlagwettergefährlichen Gruben ganz ausschliessen. Man hat hierbei keine Rücksicht darauf genommen, ob etwa das bei manchen Sprengstoffen nur in wenigen Prozenten sich bewegende Auftreten jener genannten Gase tatsächlich in den aus einigen Patronen sich entwickelnden Mengen eine Gefahr darstellt. Die Tatsache, dass in Deutschland seit mehr als 15 Jahren Sprengstoffe verwendet werden, welche bei ihrer Zersetzung nicht unerhebliche Mengen von CO erzeugen, ohne dass irgendwie Nachteile dadurch entstanden wären, widerlegt wohl am besten die Befürchtung, welche bei der Festsetzung der französischen Bestimmung mit massgebend gewesen zu sein scheint.

Sind demgemäss die französischen Bestimmungen als auf rein theoretischen Ableitungen beruhende aufzufassen, so sehen andererseits die deutschen Bestimmungen über die Schlagwettersicherheit von Sprengstoffen ganz von solchen theoretischen Betrachtungen ab und stellen sich auf einen rein empirischen Standpunkt. Man stellt sich nämlich in Ermangelung von natürlichen Grubengasbläsern ein den zumeist auftretenden Schlagwettern entsprechendes künstliches Schlagwettergemisch mit Methan, Leuchtgas, Benzin, Kohlenstaub her, füllt mit demselben eine Versuchsstrecke an und schiesst mit verschiedenen Mengen des fraglichen Sprengstoffs aus unbesetztem Bohrloche in das Gasgemisch. Als schlagwettersicher kann man im allgemeinen Sprengstoffe ansehen, von denen eine Patrone, wie sie zumeist beim Sprengen im Bergwerk Verwendung finden, das ist eine Menge von beispielsweise 350 g, eine Entzündung niemals hervorruft. Genügt aber eine Menge von 350 g oder weniger zur Erzielung einer Entzündung, so gilt der betreffende Sprengstoff als nicht schlagwettersicher.[2]) Einheitliche Vorschriften bestehen hier noch nicht. Selbstverständlich ist eine möglichst hohe Sicherheit, wobei dann also auch die Verwendung grösserer Sprengstoffmengen erlaubt ist, in jedem Falle durchaus erwünscht.

Ohne Zweifel sind die Arbeiten der französischen Forscher ein beredtes Zeugnis von deren hervorragender Fähigkeit zu mathematisch-exakter theoretischer Bearbeitung eines so schwer zu behandelnden Gebiets, wie es das vorliegende darstellt; wenn man aber die Auswahl treffen soll, zwischen empirisch kontrolierbaren Verfahren und solchen, die auf theoretischen Voraussetzungen fussen, so erscheint mir doch den ersteren in diesem Falle der Vorzug gegeben werden zu müssen. Es lässt sich übrigens vermuten, dass die Endergebnisse der exakten Theorie mit den empirisch gewonnenen Versuchsergebnissen, wie sie sich aus den Arbeiten der *Sprengstoff A.-G. Carbonit* herleiten, garnicht so weit auseinanderliegen, wie sich bei einer weiteren Verfolgung dieses Gegenstands, die sich der Verfasser vorbehält, ergeben dürfte.

Es kann aber auch nicht geleugnet werden, dass es wünschenswert ist, wenn es gelingen würde, zwischen den Normen für Schlagwettersicherheit und den übrigen Eigenschaften eines Sprengstoffs Beziehungen zu ermitteln, welche von vorneherein über dessen mehr oder weniger grosse Sicherheit ein Urteil zu bilden uns ermöglichten.

Nach diesem Ziele hin nun bewegen sich die von der *Sprengstoff A.-G. Carbonit* in deren Versuchslaboratorium in Schlebusch, besonders von Herrn *Dr. Mettegang* ausgeführten Arbeiten, und man kann wohl sagen, dass diese Arbeiten uns dem Ziele ein gut Stück näher gebracht haben. Es könnte vielleicht Wunder nehmen, dass nicht schon früher derartige Untersuchungen nach wissenschaftlichen Grundsätzen angestellt und systematisch durchgefürt wurden. Es muss aber hervorgehoben werden, dass solche Untersuchungen über Sprengstoffe ja nur an Stellen vorgenommen werden konnten, wo man über die behördliche Konzession zur Lagerung bezw. Herstellung von Sprengstoffen in grossen Mengen und leicht auch über diese selbst verfügte: Bedingungen, wie sie z. B. für die Laboratorien der staatlichen Hochschulen nicht vorliegen. Umsomehr verdient es anerkannt zu werden, wenn eine Sprengstoffabrik selbst in so eingehender und wissenschaftlich systematischer Weise an eine Untersuchung ihrer Erzeugnisse herangegangen ist, wodurch empirische Grundlagen geschaffen worden sind, welche es auch ohne formelmässige Behandlung der Sache ermöglichen, jeden neuen Sprengstoff, welcher diesen Untersuchungen unterworfen wird, in die Reihe der derart bekannten Sprengstoffe einzureihen und damit für den praktischen Gebrauch vollkommen zu kennzeichnen. Die Schlebuscher Untersuchungen tragen somit durchaus einen empirischen Charakter: sie stellen sich ausschliesslich und grundsätzlich auf den Boden des Versuchs, so sehr, dass auch die Endergebnisse nicht in formelmässigen Zusammenhang gebracht uns entgegentreten.

Das Endergebnis der Untersuchungen stellt vielmehr die S. 217 abgedruckte Tabelle dar. Man kann diese Tabelle mit einem Blick überschauen, und doch ist es zweifellos, dass zur Gewinnung der in ihr enthaltenen Zahlen langjährige Arbeit und beträchtliche Geldmittel aufgewendet werden mussten.

Die einzelnen Reihen dieser Tabelle sollen im folgenden besonders betrachtet werden, wobei zugleich der Untersuchungsverfahren, nach denen die Zahlen gewonnen wurden. gedacht werden muss. Die Untersuchungsverfahren sind zum grössten Teile überhaupt vordem noch nicht in der in Schlebusch benutzten Ausbildungsweise angewendet worden.

Die ersten 4 Reihen enthalten allgemeine Kennzeichen der zu den Versuchen herangezogenen Sprengstoffe. Dies sind hauptsächlich die Sicherheitssprengstoffe, mit deren Fabrikation sich die *Sprengstoff A.-G. Carbonit* in Schlebusch beschäftigt: sodann, um Vergleiche mit anderen Sprengstoffgruppen leichter zu ermöglichen, das Sprengpulver als sehr wenig brisanter Sprengstoff und einige der bekannteren und im Bergbau gebräuchlichen Nitroglyzerinsprengstoffe mit hoher Brisanz.

Die Zahlen der Reihe 5 sind durch Feststellung der Dichte der patronierten Sprengstoffmengen gewonnen worden.

Die Reihe 6 enthält Ergebnisse von Versuchen mit dem Bleiblock, welche, seit Herr *Trauzl* sie angab, vielfach angewendet werden und zur Vergleichung ähnlicher Sprengstoffe wohl dienen können, wenn sie zuverlässig und in grösserer Zahl ausgeführt werden. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass zur Vergleichung verschiedenartiger Sprengstoffsorten das *Trauzl*sche Verfahren sich garnicht eignet, wie jeder z. B. daraus erkennen kann, dass die Ergebnisse für zwei in ihrer Wirkung so verschiedene Sprengstoffe, wie Donarit und Dynamit, ziemlich dieselben sind.

(Fortsetzung folgt.)

[2]) Die entsprechenden englischen Bestimmungen schreiben eine feste Besetzung des Sprenglochs vor und setzen als Grenzmenge diejenige Menge fest, welche einen Ausschlag des ballistischen Pendels von 3,2 Zoll ergibt.

Die Reaktionstürme und ihre Anwendung in der chemischen Technik.

Von Dr. **Gustav Rauter.**

(Schluss von S. 184 d. Bd.)

2. *Füllung mit unregelmässigen Stücken.*

Wir haben schon vorhin bei Besprechung der Füllung mit Kugeln verschiedentlich auf Füllung mit unregelmässigen Stücken Bezug genommen. Diese unregelmässigen Stücke, als welche in erster Linie Koks in Betracht kommen, nähern sich zum Teil mehr oder weniger der Kugelform, sodass das meiste von dieser Gesagte auch auf jene zutrifft.

Da die Kugelform im Verhältnis zum Inhalt unter allen Körpern die kleinste Oberfläche hat, so ist theoretisch bei der Füllung mit unregelmässigen Stücken das Oberflächenverhältnis grösser als bei Kugelfüllung; jedoch ist zu bedenken, dass auch die Berührungsflächen der einzelnen unregelmässigen Stücke miteinander unter Umständen deren wirksame Oberfläche recht bedeutend vermindern, sodass tatsächlich in den meisten Fällen das Oberflächenverhältnis für unregelmässig in den Reaktionsturm eingefüllte Stücke wohl weit ungünstiger ist, als es den für Kugeln gegebenen Zahlen entspricht.

Wie gesagt, kommen hier Koks in erster Linie in Betracht. Diese Koks müssen sehr hart sein und beim Anschlagen einen metallischen Klang geben, auch silbergrau glänzende Oberfläche besitzen. Weiche und mattschwarze Koks sind nicht zu gebrauchen, da sie einerseits nicht die nötige mechanische Festigkeit besitzen, um sich selber tragen zu können, und da sie andererseits auch den Einflüssen der die Türme durchströmenden Flüssigkeiten und Gase sehr stark unterworfen sind. Durch diese beiden Umstände werden weichere Koks bald zerbröckeln, sich setzen und den Turm verstopfen. Es kommen also nur Koks aus Koksöfen, aber nicht solche aus Gasretorten in Betracht. Auch erstere müssen noch sorgfältig ausgesucht, von allem Grus befreit und derartig nach der Grösse sortiert sein, dass in gleichen Höhenschichten des betreffenden Turmes nur gleich grosse Koksstücke eingefüllt werden, und dass im übrigen die Grösse der Stücke von unten nach oben zu abnimmt.

Namentlich sind Salpetersäure enthaltende Flüssigkeiten und Gase für mit Koks gefüllte Türme schädlich, besonders wenn die Temperatur in diesen Türmen über etwa 30° C. steigen kann. Für Türme vollends, in denen höhere Hitzegrade herrschen, sind Koks durchaus zu verwerfen, besonders wenn hier die Hitze so gross ist, dass der Koks beim Aussetzen der Flüsigkeitsberieselung in Brand geraten könnte, ein Fall, der allerdings in der Praxis wohl kaum jemals vorkommt, da man schon seit Jahrzehnten den Koks nicht mehr als das Universalfüllungsmittel für die Reaktionstürme betrachtet, als das er früher angesehen wurde.

Ein grosser Vorteil der Koksfüllung vor anderen Mitteln der Turmfüllung ist das leichte spezifische Gewicht des Koks, wodurch zu starke Belastung der Turmfundamente vermieden wird. Dagegen ist die vielfach auch unabhängig davon als Vorzug der Koksfüllung angesehene Porosität der einzelnen Stücke etwas, das in der Tat kaum wirksam werden kann, da sich einmal die Poren des Koks doch alsbald mit Flüssigkeit vollsaugen, andererseits aber auch der Koks aussen mit einem Ueberzuge von Flugstaub oder Schlamm und darüber mit einer Flüssigkeitsschicht bedeckt wird, sodass nicht die eigentliche, allerdings sehr grosse Oberfläche des rauhen und porösen Koks, sondern eine wesentlich kleinere Umhüllungsfläche zur Geltung kommt.

Neuerdings sind auch sogenannte künstliche Koks in den Handel gebracht worden, die aus gebranntem Steinzeug bestehen und teilweise eine backsteinähnliche, teilweise eine den gewöhnlichen Koksstücken ähnliche unregelmässige Gestalt haben und von zahlreichen Hohlräumen durchsetzt wird. Diese sogenannten künstlichen Koks dürften wohl vor dem natürlichen Koks keine Vorzüge voraus haben, als höchstens eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Salpetersäure enthaltende Gase und Flüssigkeiten. Jedoch pflegt man von letzterem durchströmte Türme schon so wie so nicht mit Koks, sondern mit irgend welchen anderen Materialien zu füllen.

Ferner kommen als unregelmässige Turmfüllung noch Feuersteinbrocken und Quarzstücke, sowie sehr grober Kies in Betracht, Füllungsmittel, die wohl im wesentlichen auf England beschränkt sind, wo man ja Feuersteine aus den dortigen Kreidefelsen in grosser Menge gewinnt. Zum Gebrauch in der chemischen Industrie werden die Feuersteine sorgfältig mit Säure von anhaftender Kreide befreit und dann ähnlich wie Koks in die Türme eingepackt. Sie sollen vor gewöhnlichem Quarz den Vorzug haben, dass sie auch durch heisse Gase nicht angegriffen werden, während gewöhnliche Quarzstücke in der Hitze springen, so allmählich zerbröckeln und den Turm verstopfen.

Ein besonderer Nachteil der Füllung mit Quarz ist dessen hohes spezifisches Gewicht, das die Fundamente des Turmes sehr stark in Anspruch nimmt.

Fig. 14.

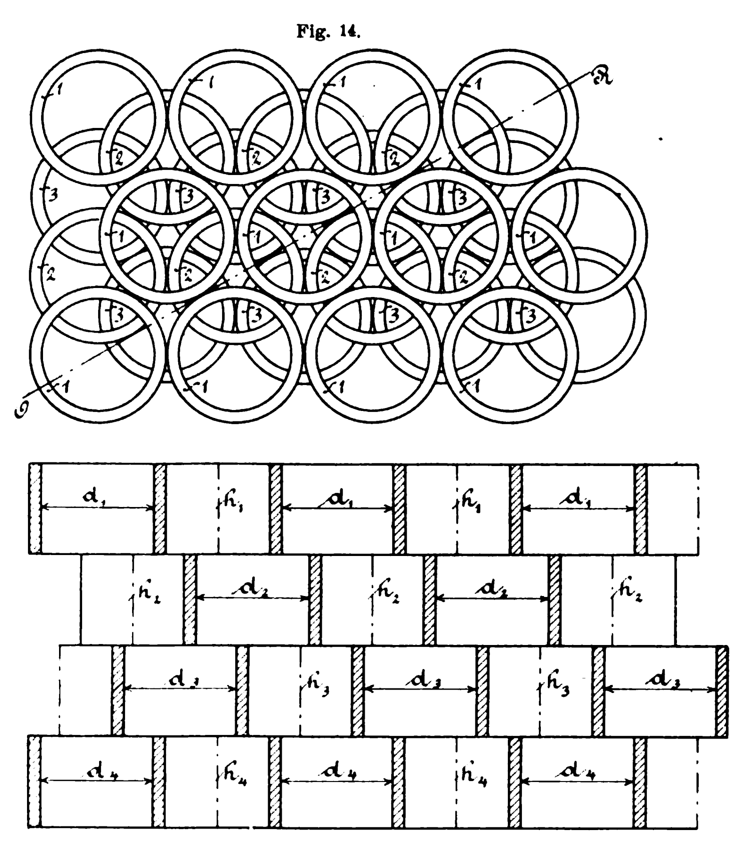


Fig. 15.

Auch Scherben aller Art sind zur Füllung von Reaktionstürmen namentlich früher oft verwendet worden, während sie in der Gegenwart wohl kaum mehr hierzu gebraucht werden. Namentlich kommen die Scherben von irgend welchen Gefässen aus säurefestem Steinzeug in Betracht. Auch alte tönerne Selterswasserkrüge sind vielfach verwendet worden, nachdem man ihnen die Böden ausgeschlagen hatte. Ebenfalls sollen auch gelegentlich Glasscherben zur Füllung von Reaktionstürmen gedient haben, ein Füllmaterial, dass wohl wegen seiner gefährlichen Scharfkantigkeit nur ganz vereinzelte Anwendung gefunden haben dürfte.

3. *Füllung mit Ringen, Zylindern und Schüsseln.*

Eine sehr beliebte Art und Weise der Füllung von Reaktionstürmen ist die, dass man sie mit Ringen aus säure-

festem Steinzeug oder einem ähnlichen Material aussetzt. Diese Füllkörper pflegen derart eingesetzt zu werden, dass sie ähnlich übereinander zu stehen kommen, wie bei der Kugelfüllung nach Fig. 1 und 3 die verschiedenen Kugelschichten übereinander liegen. Fig. 14 und 15 veranschaulichen vier derart übereinander liegende Schichten von Ringen, wobei die oberste Schicht mit *1* bezeichnet ist. Die vierte Schicht befindet sich wieder genau in derselben Lage wie die erste Schicht, siehe Fig. 15.

Aehnlich wie es auch bei den Kugeln der Fall ist, wird hier jeder Ring seitlich von 6 anderen Ringen berührt, die untereinander ebenfalls sich berühren. In Fig. 14 trägt jeder Ring einer der Reihe, wozu er gehört, entsprechende Nummer. In Fig. 15, die einen Schnitt nach der Linie *O-R* darstellt, bezeichnet *d* den Schnitt durch einen Zylinder, *b* die Berührungslinien zweier Zylinder.

Bei der Zylinderfüllung wird im Grundriss nicht der ganze Turmquerschnitt bedeckt, sondern, wie Fig. 14 zeigt, ergibt sich eine grosse Reihe von ununterbrochen sich senkrecht durch den ganzen Turm fortziehenden Räumen. In der Praxis dürfte dies jedoch weniger als Uebelstand hervortreten, da die aufsteigenden Gase doch nie genau senkrecht aufsteigen werden, zumal sie durch den Anprall an die nächste Zylinderunterfläche doch immer eine gewisse Richtungsänderung erleiden werden. Auch die herabrieselnde Flüssigkeit wird öfter Gelegenheit haben, auf eine neue Fläche aufzutropfen, und sich somit zu zerstäuben, als es in der Theorie dieses Turmes liegt, weil in der Praxis die Ringe doch nie so genau untereinander stehen werden, als es der Zeichnung entspricht. Es kommt dann noch dazu, dass man die Masse der verwendeten Ringe in der Praxis vielfach sehr klein wählt und schon solche von 56 mm äusserem Durchmesser an aufwärts anwendet.

Das Einsetzen solcher kleinen Ringe erfordert natürlich bei Türmen von einigermassen bedeutenderem Rauminhalt ganz ausserordentliche Arbeit und Zeit, weshalb von manchen Seiten auch Füllringe nach Fig. 16, 17 oder 18 empfohlen

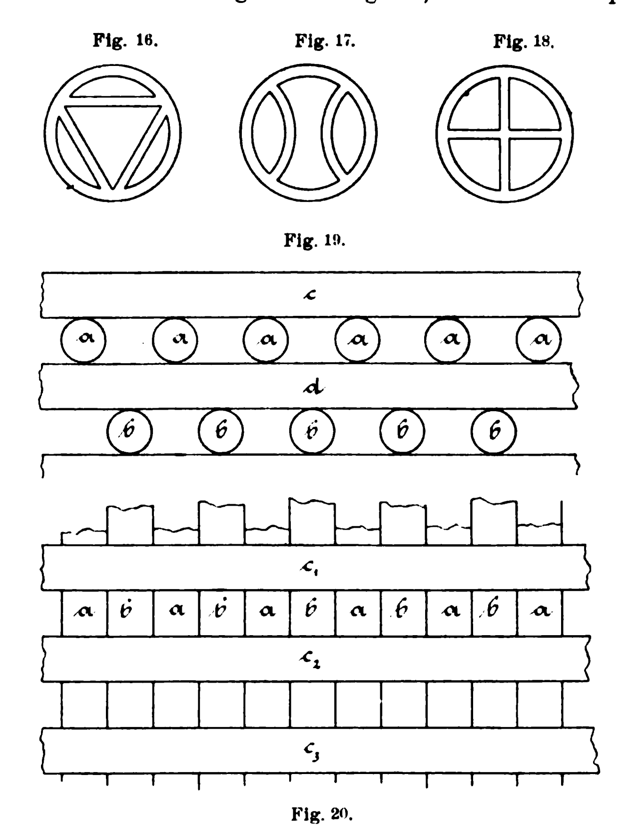


Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

worden sind, die in ihrem Innern noch irgendwelche Querwände besitzen. Man kann dann mit einer kleineren Anzahl von Ringen auskommen und doch dasselbe Mass von Verteilung für die den Turm durchziehenden Gase erreichen, als wenn man eine kleinere Anzahl schmälerer Ringe angewendet hätte. Wenn diesen geteilten Ringen gelegentlich der Vorwurf gemacht worden ist, dass sie den Turmraum zu sehr in Anspruch nähmen und dadurch den Zug hemmten, so hat man eben hierbei nicht daran gedacht, dass diese geteilten Ringe keineswegs die kleinsten in Betracht kommenden Ringe ersetzen, sondern grössere Ringe in ihrer Wirksamkeit kleineren Ringen näher bringen sollen.

Eine Frage ist es, ob man die Ringe vorteilhafter glatt glasiert oder mit rauher Oberfläche herstellt. Im allgemeinen wird man sich dafür entscheiden, die Ringe mit gerauhter Oberfläche als vorteilhafter für den Betrieb anzusehen, weil sie den Weg der Flüssigkeit mehr zu verlangsamen imstande sind, und daher eher geeignet seien, eine innige Berührung

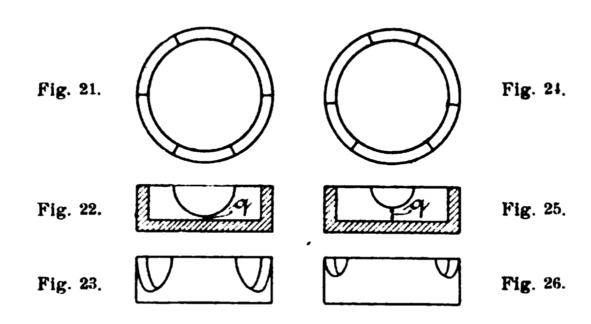


Fig. 21. Fig. 24.

Fig. 22. Fig. 25.

Fig. 23. Fig. 26.

zwischen Flüssigkeiten und Gasen herbeizuführen. Jedoch dürfte hier wohl auch das schon vorhin über Füllkörper mit rauher Oberfläche Gesagte zutreffen. Wenn es auch durch Versuche bewiesen sein soll, dass mit Körpern von rauher Oberfläche ausgesetzte Türme in der gleichen Zeit mehr zu leisten imstande seien, als solche, die mit den nämlichen Körpern von glatter Oberfläche gefüllt seien, so ist dies ja für neue Türme erklärlich; jedoch fragt es sich, ob nach einer längeren Zeit des Gebrauches dieser Unterschied auch noch vorhanden sein wird, oder ob sich die Oberfläche der beiden verschiedenen Arten von Füllkörpern in ihrer Wirkung gleichkommt.

Uebrigens sind auch gelegentlich massive Zylinder für die Füllung von Türmen vorgeschlagen worden, und zwar in Gestalt runder Stäbe, die in gekreuzten wagerechten Lagen in den Turm eingebracht werden sollen. Eine derartige

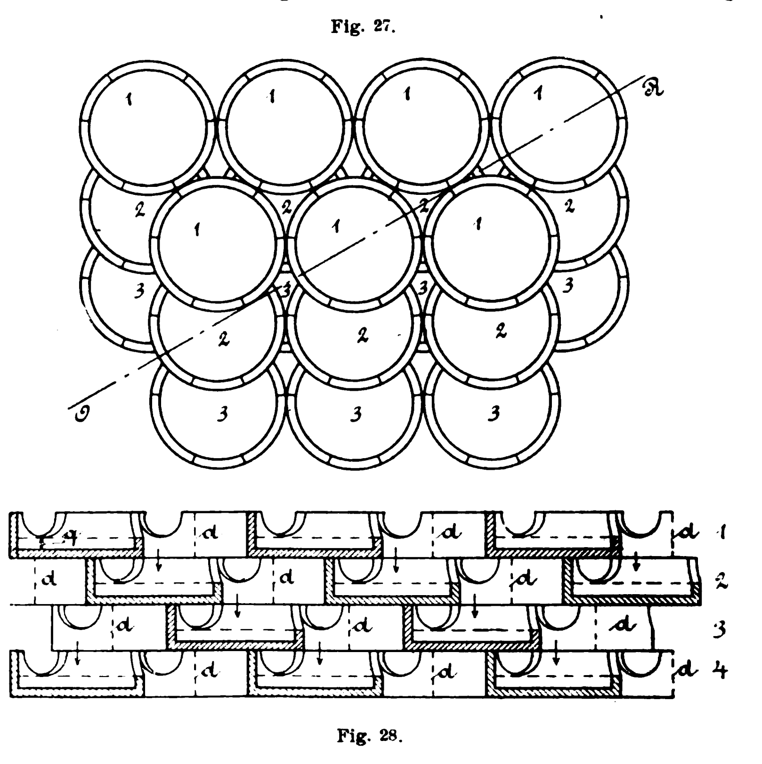


Fig. 27.

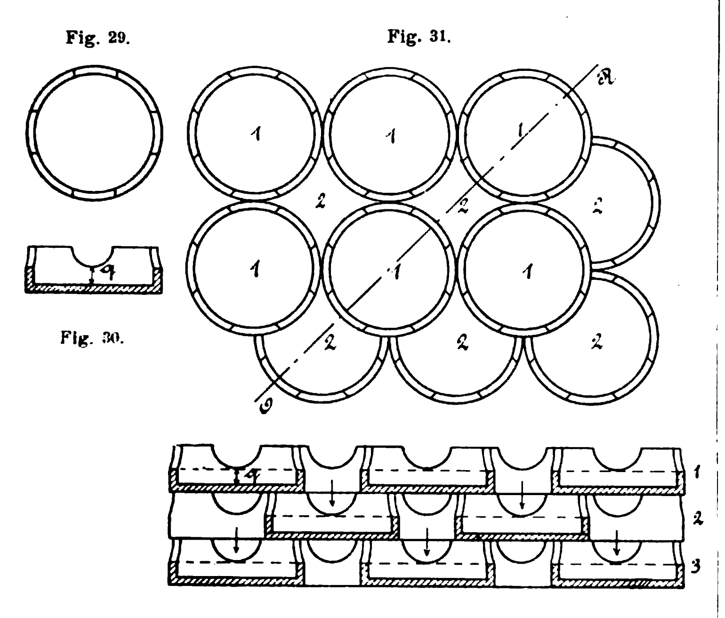
Fig. 28.

Turmfüllung ist in Fig. 19 im senkrechten Schnitt und in Fig. 20 im Grundriss dargestellt. Es hat nichts davon verlautet, ob eine derartige Füllweise sich auch in der Praxis eingebürgert hat.

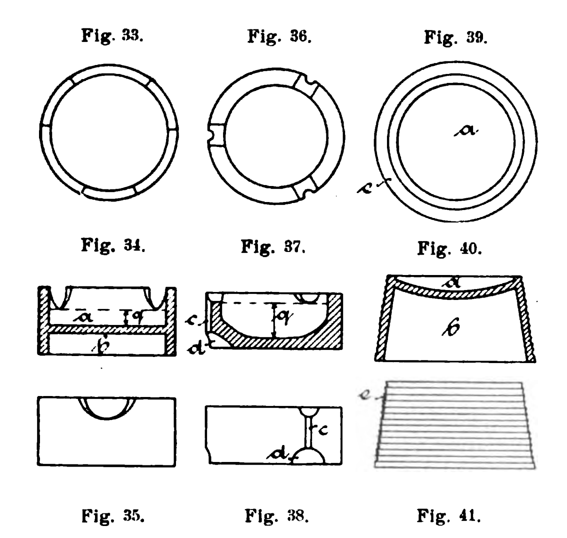
Haben die Röhrchen den Nachteil, nicht die ganze Bodenfläche des Füllturmes zu überdecken, so wird dem durch die ihnen nahe verwandten Schüsseln abgeholfen. Diese Schüsseln sind verhältnismässig kurze Zylinder, die mit einem Boden

versehen sind. Sie enthalten an ihrem Rande mehrere Ausschnitte, um Gasen wie Flüssigkeiten den Durchtritt zu gestatten. Fig 21 bis 23 und Fig. 24 bis 26 zeigen derartige Schüsseln im Grundriss, im Schnitt und in Ansicht. Die Art und Weise, wie sie in die Türme eingebaut werden, wird durch Fig. 27 im Grundriss und durch Fig. 28 im Schnitt nach *O-R* veranschaulicht.

Die Schüsseln werden demnach wie die Füllringe, Fig. 14 u. 15, in die Türme eingesetzt, wobei immer je eine Schüssel von zwölf anderen berührt wird. Während aber die Gase


Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32.

bei Zylinderfüllungen den Turm ohne andere Hindernisse als die verhältnismässig schmalen Grundflächen der Füllringe durchstreichen können, sind sie bei Schüsselfüllungen zwischen je drei Schüsseln immer nur auf den Zwickelquerschnitt beschränkt, ähnlich wie es auch bei Kugelfüllungen, Fig. 1, der Fall ist. Ebenso wie die Gase bei Kugelfüllung um den zunächst


Fig. 33. Fig. 36. Fig. 39. Fig. 34. Fig. 37. Fig. 40. Fig. 35. Fig. 38. Fig. 41.

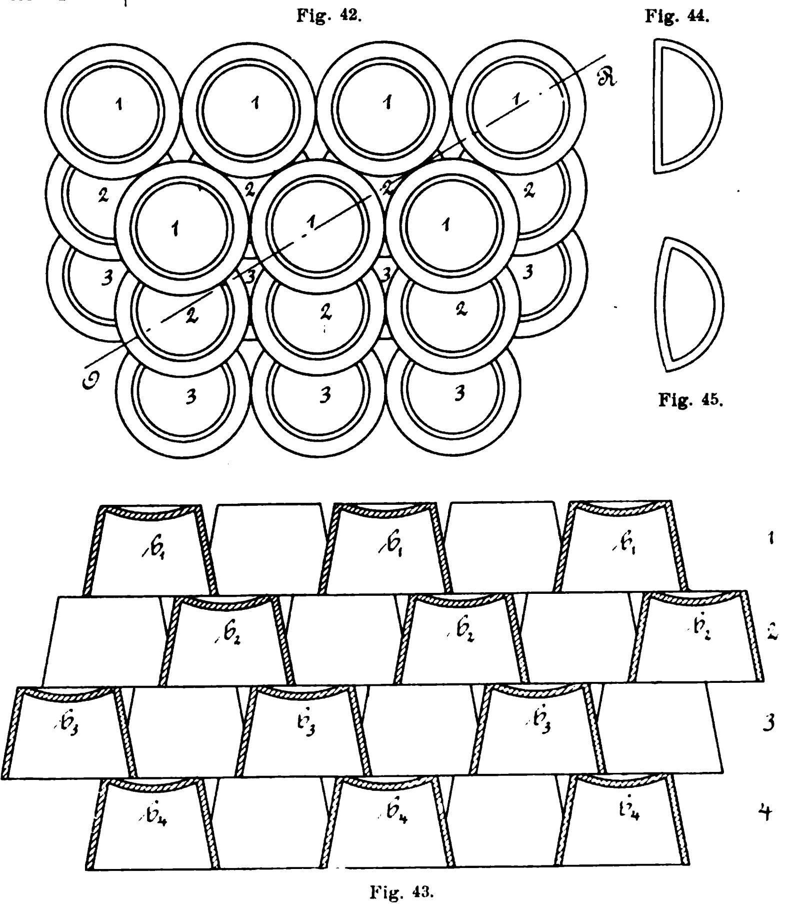
höher liegenden Füllkörper herum gehen, indem sie sich in drei Ströme verteilen, so ist es auch bei der Schüsselfüllung der Fall, nur dass die Verteilung in der Weise erfolgt, dass die Gase durch die drei entsprechend angebrachten Ausschnitte der seitlich befindlichen Schüsseln hindurchtreten und auf diese Weise unter dem Boden der höher stehenden Schüssel hinweg sich bewegen. Je drei derartig erhaltene Teilströme vereinigen sich dann wieder über der Oeffnung dieser Schüssel und steigen in der nächsten Zwickelöffnung aufwärts, um sich wieder ebenso zu verteilen.

Während nun aber die bisher besprochenen Füllkörper mit Flüssigkeit nur benetzt sind, so sind die Schüsseln auch mit Flüssigkeit bis zu einem gewissen Grade gefüllt, und zwar in einer je nach der Grösse des Ausschnittes verschiedenen Höhe, die in Fig. 22, 25 und 28 mit q bezeichnet ist. Es ist einleuchtend, dass, je höher diese Flüssigkeitsschicht q ist, desto schwerer auch die Turmfüllung bei sonst unveränderten Verhältnissen wird. Im allgemeinen dürfte wohl kein Grund vorliegen, das Mass q grösser zu nehmen, als dass eben noch eine flache Schicht Flüssigkeit in der Schale steht, da ja die Absorption der Gase nur an der Oberfläche vor sich geht. In der Praxis pflegt man das Mass q jedenfalls für gewöhnlich viel grösser zu nehmen, als es zweckdienlich ist.

Der Weg der Flüssigkeit ergibt sich aus dem vorher Gesagten von selbst; er ist entgegengesetzt demjenigen der Gase gerichtet, indem die Flüssigkeit immer durch die Ausschnitte dreier Schalen in eine zunächst tiefer stehende Schale einfliesst und sich von da aus wieder in drei weitere Schalen verteilt. Die Pfeile in Fig. 28 zeigen die mittlere Richtung solcher Flüssigkeitsstrahlen an.

Im Uebrigen sind in Fig. 27 und 28 Darstellungsweise und Bezeichnungen ganz entsprechend denjenigen in Fig 14 und 15. Namentlich bezeichnet d die Berührungslinie zweier Schüsseln. Die Zahlen bezeichnen wieder die Zugehörigkeit jeder Schüssel zu der betreffenden Reihe; auch hier kommt die vierte Reihe wieder genau unter die erste zu stehen.

Gelegentlich findet man auch Schüsseln nach Fig. 29 und 30 mit vier Ausschnitten, die dann nach Fig. 31 und 32 nicht in Sechseckstellung, sondern in Viereckstellung anzuordnen sind. Eine derartige Anordnung dürfte gegenwärtig wohl allgemein ausser Gebrauch sein, obgleich sie vor noch nicht so langer Zeit wiederum einmal als neu empfohlen worden ist; denn es ist einleuchtend, dass hierbei die Ausnutzung des Turmraumes wesentlich ungünstiger ist, als bei der gewöhnlichen Sechseckstellung der Füllschüsseln. Bei


Fig. 42. Fig. 44. Fig. 45. Fig. 43.

der Viereckstellung hat übrigens schon wieder die dritte Schüsselreihe dieselbe Lage, wie die erste.

Ferner werden auch öfters die Schüsseln so in dem Turm angeordnet, dass sie sich nicht gegenseitig seitlich

berühren. Durch diese letztere Füllung wird die auf die Turmeinheit wirksame Oberfläche vermindert.

Neben den gewöhnlichen Schüsselformen seien zunächst noch die Schüsseln mit hoch liegendem Boden, Fig. 33 bis 35, erwähnt. Hierbei teilt der Schüsselboden die Schüssel in zwei Teile, *a* und *b*, deren oberer mit Flüssigkeit gefüllt ist, während der untere eine Art Luftpolster bildet, da die gegen ihn von unten her anprallenden Luftströme weder durch den Boden hindurchgehen, noch auch so glatt seitlich entweichen können, wie es bei den Schüsseln von gewöhnlicher Form der Fall ist. Diese Schüsseln bieten insofern Unannehmlichkeiten beim Einsetzen, als sie mit ihrem unteren Rande leicht in den Ausschnitten des oberen hängen bleiben können.

Auch die Schüsseln nach Fig. 36 bis 38 haben sich nicht in der Praxis einbürgern können, obschon sie eine Zeit lang sehr empfohlen wurden. Sie haben viel zu kleine Ueberlauflöcher und einen viel zu schwerfälligen Körper. Auch dürften die den Ueberlauf der Flüssigkeit regelnden Rinnen *c* und Einschnitte *d* wohl als überflüssig zu bezeichnen sein, da die Flüssigkeit infolge der Anordnung der Einschnitte ohnehin diesen Weg nimmt.

Eine besondere Art von Füllschüsseln sind ferner die in Fig. 39 bis 41 dargestellten und unter dem Namen „Füllkegel" eine Zeit lang stark empfohlenen Füllkörper. Sie sind eine Weiterbildung des der Konstruktion der Schüsseln nach Fig. 33 bis 35 zu Grunde liegenden falschen Gedankens. Auch hier befindet sich im Innern der Schüsseln ein nach unten offener Raum *b*, der als Luftkissen dient, der aber nach Ansicht des Erfinders ganz besonders wirksam sein sollte, um die in dem Turm aufsteigenden Gase zu zerstreuen. Der obere Schüsselraum *a* ist auf einen recht kleinen Betrag beschränkt und besitzt keine Einschnitte für den Ueberlauf der Flüssigkeit, sodass diese auf allen Seiten an den Wänden herabrieseln kann. Um dies Herabrieseln zu verlangsamen, sind die Wände aussen noch mit Riefen *e* versehen.

Fig. 42 und 43 stellen den Querschnitt und einen senkrechten Schnitt nach *O-R* durch einen mit solchen Füllkörpern ausgesetzten Turm dar. Es ist ersichtlich, dass diese Kegelfüllkörper durch das Fehlen der Ausschnitte ziemlich stark zughemmend wirken müssen, und dass der Weg der hindurchfliessenden Flüssigkeit nicht derart zwangsläufig ist, wie bei der gewöhnlichen Schüsselfüllung, sondern dass die Flüssigkeit entweder auf den oberen Boden oder auf die gerieften Seitenwände der nächst folgenden Reihe, oder aber auch teilweise zwischen zwei Körpern der nächsten Reihe hindurch auf die dritte Reihe von Füllkörpern auftropfen kann. Man hat denn auch in den letzten Jahren von diesen Kegelfüllkörpern nichts mehr gehört und scheint demnach wieder von ihnen abgekommen zu sein.

Setzt man einen Reaktionsturm mit Ringen oder Schüsseln aus, so ist es natürlich wesentlich, dass man mit dem Füllmaterial auch an die Seitenwände des Turmes gut anschliesst, um hier nicht verhältnismässig weite offene Räume zu lassen, die dem Gas in erster Linie den Durchtritt gestatten und den Zug an sich reissen. In dieser Beziehung sieht man noch recht oft bedeutende Fehler machen, indem man einerseits im Verhältnis zum Turmquerschnitt viel zu grosse Füllkörper wählt, andererseits auch nicht auf ein rationelles Verhältnis zwischen Füllkörpern und Turmquerschnitt sieht. In dieser Hinsicht empfiehlt es sich, beim Anschluss an die Turmwandungen sich passend geformter Teilkörper zu bedienen, die der geraden oder gebogenen Turmfläche angepasst sind. Fig. 44 und 45 stellen derartige Teilkörper dar.

Kleinere Mitteilungen.

Cooper Hewitts statischer Umformer.

Electrical World and Engineer, 7. Jan. 1903.

Peter Cooper Hewitt ist im Verfolg der Eigenschaften seiner Quecksilberdampflampe zu einem Apparat gekommen, der ein sehr beachtenswertes System der Stromumformung darbietet. Die in ein Glasgefäss mit verdünnter Luft eingeschlossenen Elektroden haben nämlich die eigentümliche Eigenschaft, gewissermassen wie ein Ventil zu wirken, indem sie von Wechselströmen nur den einen Teil, der in einem gewissen Sinne fliesst, hindurchgehen lassen, den anderen Teil aber unterdrücken, kurz gesagt, also Wechselstrom in Gleichstrom zu verwandeln. Der Apparat kann nicht gut mit den gewöhnlichen Umformern verglichen werden; er verändert nämlich nicht die Periodenzahl, sondern der gleichgerichtete pulsierende Strom hat die gleiche Periodenzahl wie der Wechselstrom; noch auch mit einem elektrolytischen Umformer, denn wir haben in ihm keinen elektrolytischen Vorgang. Der Erfinder möchte den Apparat, bis ein besserer Name gefunden ist, als „statischen Umformer" bezeichnet wissen.

Der Hauptvorzug des Apparates ist seine Einfachheit. Ein Umformer für 200 Lampen ist kaum grösser als eine 100kerzige Glühlampe, eher noch einfacher in der Konstruktion und nur etwa 1 kg schwer. Als interessanter Vergleich sei angeführt, dass ein rotierender Umformer für die gleiche Leistung etwa 260 kg wiegt. Die mit verdünnten Dämpfen erfüllte Glaskugel eines Umformers für etwa 8 Kilowatt hat einen Durchmesser von etwa 18 cm und eine grösste Länge samt den Elektroden von etwa 23 cm. Das Gewicht beträgt etwa 1,1 kg.

Oben auf der Glaskugel sind in Ansätzen 4 Elektroden, die in kleinen Eisenbechern endigen. Die eine davon dient dazu, den Vorgang einzuleiten, und wird zu dem Zwecke mit einem Stromkreis verbunden, der eine hohe Selbstinduktion enthält. Der Stromschluss muss nämlich durch eine beträchtlich höhere Spannung als die Betriebsspannung eingeleitet werden, doch kann dies wie bei der *Hewitt*-Quecksilberlampe selbsttätig erfolgen. An die 3 anderen Elektroden sind die Leitungen einer in Stern geschalteten Drehstrommaschine angeschlossen. Unten befindet sich eine Quecksilberelektrode. Der gewonnene gleichgerichtete Strom wird hier abgenommen, geht durch den Verbrauchswiderstand (Glühlampen, Motoren, Akkumulatoren), und dann an den Nullpunkt der Drehstrommaschine. Beträgt die verkettete Spannung 190 Volt, die Phasenspannung also 110 Volt, so ist auch die Spannung des gleichgerichteten pulsierenden Stromes 110 Volt. Ein solcher Umformer von den oben angegebenen Abmessungen hat 180 16kerzige Glühlampen gespeist, ohne an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit zu sein. Die Glaskugel erwärmt sich, kommt aber bald auf einen stationären Zustand durch die Ausstrahlung. Auffallend ist die Tatsache, dass der Spannungsabfall zwischen den oberen Elektroden und der Quecksilberelektrode für jede Belastung annähernd unverändert bleibt und etwa 14 Volt beträgt. Durch neuere Versuche lässt sich erwarten, den Abfall auf etwa 6 Volt zu ermässigen. Bleibt man auf der bis jetzt erreichten Tatsache, so lässt sich der Wirkungsgrad in der einfachsten Weise erhöhen Ein solcher Umformer hat bei einer Spannung von 1800 Volt gearbeitet und dem entspricht bei 14 Volt Verlust ein Wirkungsgrad von über 0,99, bei 600 Volt ein Wirkungsgrad von etwa 0,95. Durch Versuche wurde bewiesen, dass ein solcher Umformer in seiner jetzigen Gestalt mit 3000 Volt arbeiten kann, bei Verbesserungen hofft man bis zu 10000 Volt gehen zu können. Anstatt des bisher benutzten Glasgefässes würde man eine Stahlkugel verwenden, die die negative Elektrode bildet. Die positiven Elektroden würden durch isolierendes Material, Glas oder Porzellan, eingeführt.

Das ventilartige Wirken des Apparates, nämlich das Unterdrücken des einen Teiles der Wechselstromkurve lässt sich dem Auge gut sichtbar machen, indem man bei langsamer Periodenzahl in dem Wogen des Quecksilberdampfes die Aufeinanderfolge der Impulse sieht.

Die in der unteren Elektrode befindliche Quecksilbermasse nimmt eine rotierende Bewegung an, deren Winkelgeschwindigkeit von der Frequenz abhängt.

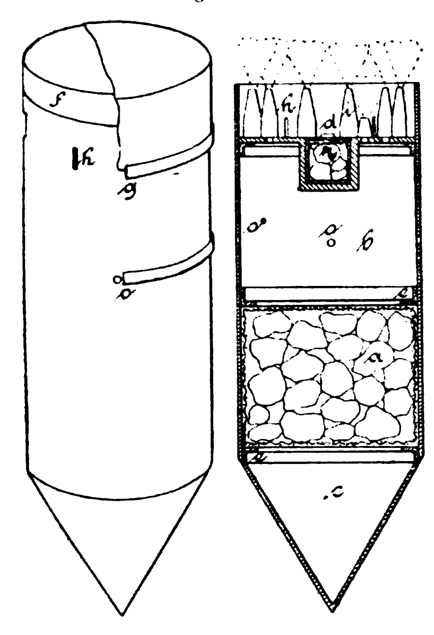
Die Kurve des Arbeitsstromes entspricht einem pulsierenden Gleichstrom. Würde man mehr als drei Phasen an den Umformer führen, dann würde der Unterschied zwischen Maximum und Minimum geringer sein, ähnlich wie bei einem Komutator mit Vermehrung der Segmente der pulsierende Strom mehr und mehr dem Gleichstrom sich nähert.

Eine neue Seefackel.

„Revue Industrielle" bringt die Beschreibung einer in England, Amerika und neuerdings in Frankreich mit bestem Erfolg bei verschiedenen Rettungswerken auf See angewandten Acetylenfackel nach *Watson*, die durch Wasser und Wind nicht verlöscht werden kann. Die Konstruktion dieser Fackel, die die Form eines Ge-

schosses hat, und auch wie ein solches durch Kanonen nach der Unfallstelle geschleudert werden kann, ist, wie die beiden nachstehenden Skizzen erkennen lassen, folgende:

Der innere Hohlraum ist in die drei Teile *a*, *b* und *c* geteilt; *a* enthält das nötige Calciumkarbid, *b* sichert die Schwimmfähigkeit des ganzen Körpers und *c* dient zur Aufnahme des Calciumoxyds, das sich aus dem verbrauchten Karbid bildet. Das frische Karbid befindet sich in einem Drahtkorb, der durch die beiden kleinen Winkelkränze *c e* gehalten wird.



Beim Eintauchen des Körpers in das Wasser tritt dieses nun durch die kleinen Oeffnungen *o* in die Luftkammer *b* und berieselt das Calciumkarbid. Beim Aufbewahren sind diese Oeffnungen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit durch ein einfaches Band geschützt, das beim Gebrauch der Fackel leicht entfernt werden kann.

Der Deckel, auf dem die Acetylenbrenner *i* angebracht sind, trägt noch einen kleinen Rezipienten *r*, der Calciumphosphatstücke enthält. Der Erfinder hat nach zahlreichen Versuchen diese chemische Verbindung gewählt, weil sie am besten ein zuverlässiges Entzünden und eine genügend lange Wirksamkeit sichert. Diese Eigenschaft ist aber besonders erwünscht, weil die Fackel häufig im Seegang unter Wasser kommt und ausgelöscht wird. Die Wiederentzündung erfolgt dann, solange die Wirksamkeit des Calciumphosphats anhält, explosiv.

Für das Eindringen des Wassers und die nötige Entwickelung des Phosphorwasserstoffes hat man den Rezipienten *r* oben mit einer kleinen Oeffnung versehen, die gewöhnlich durch den kleinen, wasserdichten Deckel *d* geschlossen ist, der vor Benutzung des Apparates abgehoben werden muss. Wie die Skizze erkennen lässt, sind die Calciumphosphatstücke von einem Metallmantel eingeschlossen, der ihr Entweichen verhindern soll.

Beim Abschiessen der Fackel sind die Brenner durch einen Pfropfen *f* geschützt, auf den der in der Kanone entwickelte Gasdruck wirken soll. Der die Acetylenbrenner umgebende Blechkranz ist mit kleinen Schlitzen *h h* versehen, um dem vom Seegang in die oberste Schale hineingespülten Wasser einen Abfluss zu geben.

Der ganze obere Teil wird gewöhnlich durch einen Stülpdeckel geschützt, dessen Rand *g* luftdicht abschliesst, und der vor dem Abschiessen leicht entfernt werden kann.

Erwähnenswert ist noch, dass dieser Apparat auch in anderer Form konstruiert ist, sodass er mit der Hand oder sonstigen mechanischen Mitteln an den gewünschten Ort geschleudert werden kann.

Anschweissen von Bronzespitzen an gusseiserne Propeller.

Schon von jeher sind gusseiserne Propeller für die Schiffbauer die Ursache grosser Sorgen gewesen, weil sie auf der Oberfläche der Flügelspitzen leicht angefressen werden und infolge der dadurch entstehenden Querschnittsverkleinerung abbrechen, sobald der Schraubenflügel auf einen harten Gegenstand schlägt. Für einen derartigen schadhaften Flügel schnell Ersatz zu schaffen, ist oft mit grossen Schwierigkeiten verbunden, zumal bei dem heutigen scharfen Wettbewerb der Aufenthalt der Schiffe im Hafen auf das unbedingt nötige Mass zu beschränken ist und es für langwierige Reparaturen daher an der nötigen Zeit fehlt. Einen vortrefflichen Ausweg in solchen Fällen bietet nach The Foundry, Sept. 1902, S. 22, ein durch englisches Patent geschütztes Verfahren, welches darin besteht, dass man an gusseiserne Propellerflügel Bronzespitzen anschweisst, um dadurch späteres Anfressen und Abbrechen zu vermeiden. Der beschädigte Flügel wird zu diesem Zwecke zunächst auf eine Bohrmaschine gebracht und quer mit einer Reihe von Löchern durchbohrt, die etwa 10—15 mm vom Rande entfernt stehen, sodass man das schlechte Material später glatt abbrechen kann. Sodann bringt man den Flügel in die Giesserei, gräbt ihn in den Boden ein und stellt darüber eine Form her, die dem fehlenden Teile entspricht; diese wird mit Bronze voll gegossen. Hier setzt nun die Neuheit des Verfahrens ein: Die Bronzespitze wird gegen den gusseisernen Flügel gegossen und muss nun noch mit ihm verschweisst werden. Zu diesem Zwecke reisst man die Form ab, so lange der Guss noch heiss ist, legt rings um die Stossstelle von Bronze und Eisen ein offenes Feuer und schweisst dann mit Eisen, indem man letzteres in flüssigem Zustande in die Stossfuge zwischen der Bruchfläche und dem Bronzeanguss bringt. Es ist dabei zu beachten, dass das Metall aus dem Giesslöffel unmittelbar auf das Eisen des Flügels fliesst. Nachdem der Guss gut ausgekühlt ist, wird er geputzt.

Die Festigkeit dieser Verbindung soll nichts zu wünschen übrig lassen und bisher stets gute Erfolge geliefert haben.

So hat z. B. die *Eastern and Australian Co.* bei einem ihrer grössten Dampfer eine abgebrochene Flügelspitze durch Bronze ersetzen lassen; hierbei erreichte der angeschweisste Bronzeteil das Gewicht von etwa 450 kg.

Ein Propeller, der in der oben beschriebenen Weise mit Bronzespitzen versehen ist, steht, was das Anfressen betrifft, einem ganz aus Bronze hergestellten an Betriebsdauer vollständig gleich und hat ausserdem noch den Vorzug des geringeren Preises. Früher war es vielfach Brauch, gusseiserne Propeller mit aufgenieteten Bronzeplatten zu versehen, doch dürfte das neue Verfahren mit den älteren in erfolgreichen Wettbewerb treten können, sowohl hinsichtlich der Billigkeit als auch der Haltbarkeit. Das Anschweissen von Bronzespitzen an gusseiserne Propeller ist zum Beispiel in Süd-Amerika allgemein im Gebrauch und verdient, zumal es nur wenige Stunden an Zeit erfordert, auch in unseren Schiffahrt treibenden Kreisen Beachtung. *A. K.*

Der Schiffbau im Jahre 1902.

Nach der von Lloyds Register veröffentlichten Zusammenstellung sind die einzelnen Länder der Tonnenzahl nach an den Leistungen des gesamten Schiffbaues des Jahres 1902 wie folgt beteiligt:

Länder	Kriegsschiffe		Handelsschiffe		Handels- und Kriegsschiffe zusammen	
	Anzahl	Brutto Reg.-To.	Anzahl	Brutto Reg.-To.	Anzahl	Brutto Reg.-To.
1. England . . .	23	94 140	694	1 427 558	717	1 521 698
2. Vereinigte Staaten . . .	14	17 259	251	379 174	265	396 433
3. Deutschland	13	43 924	108	213 961	121	257 885
4. Frankreich .	14	44 439	99	192 196	113	236 635
5. Holland . . .	1	4 872	114	69 101	115	73 973
6. Italien	5	16 018	62	46 270	67	62 288
7. Russland . .	13	43 785	40	8 794	53	52 579
8. Norwegen .	—	—	46	37 878	46	37 878
9. Japan	9	9 300	53	27 181	62	36 481
10. Englische Kolonieen . .	—	—	69	28 819	69	28 819
11. Dänemark .	—	—	44	27 148	44	27 148
12. Oesterreich-Ungarn . . .	1	8 169	16	15 192	17	23 361
13. Belgien . . .	—	—	13	14 946	13	14 946
14. Schweden . .	—	—	32	9 030	32	9 030
15. Versch. sonst. europäische Länder . . .	—	—	9	5 507	9	5 507
16. China	10	3 400	—	—	10	3 400
Summe	103	285 306	1650	2 502 755	1753	2 788 061

Aus dieser Zusammenstellung geht die immer noch ausserordentliche Ueberlegenheit des englischen Schiffbaues gegenüber dem aller übrigen Länder hervor. Ist doch die Tonnenzahl der in England während des vergangenen Jahres neugebauten Schiffe grösser als die aller anderen, schiffbautreibenden Länder zusammengenommen.

Für uns von besonderem Interesse ist, dass Deutschland auch noch im Vorjahre 18 Schiffe von zusammen 54 658 Reg.-To. in England hat bauen lassen und damit an erster Stelle der ausländischen Staaten steht, die englische Werften beschäftigt haben.

Verwendung von Hochofengasen zu motorischen Betrieben.

Die nachfolgenden beiden Tabellen enthalten die Ergebnisse von Hochofengasreinigungen mittels Ventilatoren in Grösse von 900 mm Durchmesser. Durchgeführt sind diese Reinigungen bei den *Ormsby Iron Works* bei Middlesbrough an einem stündlichen Gasverbrauche von etwa 2400 cbm.

Bei den betreffenden Versuchen wurde das Hochofengas erst in den Ventilator No. 1 eingeleitet, dessen Kraftleistung 16 PS entsprach, die Kraft des Ventilators No. 2 war nur etwas kleiner und wird zu 11 PS angegeben. Der Druck des Gases in der Hauptleitung von den Hochöfen aus belief sich auf 3 Zoll engl. (76,2 mm) Wassersäule, bei der mit Gas zu heizenden Maschine belief er sich auf 10 Zoll engl. (254 mm) Wassersäule.

Ergebnisse beim Versuche mit durch Ventilator gereinigten Hochofengasen bei deren Verwendung zu motorischen Zwecken.

Versuchszeit			Umlaufsgeschwindigkeit des Ventilators. Umlaufzahl in der Minute	Wasserverbrauch in der Stunde cbm	Der Gase Staubgehalt nach der Reinigung g/cbm	Der Gase Temperatur ° C.
1901.	Nov.	13.	775	1,81	0,676	11
„	„	15.	700	3,86	0,525	12,5
„	„	20.	850	2,14	0,100	16,5
„	„	20.	850	1,11	0,480	16,5
„	„	21.	900	3,05	0,320	13,0
„	„	22.	1020	3,27	0,123	20,5
„	„	28.	1125	3,82	0,070	18,0
„	Dez.	4.	1100	3,64	0,099	21,0
„	„	16.	1100	4,59	0,072	18,0
1902.	Jan.	9.	934	4,50	1,171	16,5
„	Febr.	14.	1050	2,18	0,135	14
„	„	17.	1040	2,11	0,144	14,5
„	„	18.	1025	2,15	0,121	14,5
„	„	19.	1016	2,95	0,161	15,5
„	„	20.	1016	2,73	0,172	15,5
„	„	22.	1016	2,66	0,220	15,5
„	„	26.	1030	3,85	0,122	20,0
„	„	27.	1000	4,00	0,117	20,0
„	„	28.	1010	3,83	0,198	23,5
„	März	17.	1025	3,86	0,191	23,5
„	„	18.	1025	2,36	0,224	19,5
„	April	30.	1138	3,68	0,074	24,5
„	Mai	1.	1133	3,65	0,071	22,0
„	„	5.	1146	2,27	0,090	20,5
„	„	14.	1145	2,5	0,088	20,0
„	Juli	25.	1109	3,18	0,032	24,0
„	„	28.	1100	3,18	0,042	24,0
„	August	1.	1082	3,18	0,045	24,5
„	„	7.	1088	2,5	0,048	24,5

Durchschnittlicher Kraftverbrauch 14,5 PS (1901 Nov. 15. bis 1902 März 18.)

Ergebnisse beim Versuche mit zwei Ventilatoren, von denen No. 1 mit Wasserspülung.

Versuchszeit			Umlauf in der Minute Ventilator No. 1	Umlauf in der Minute Ventilator No. 2	Wasserverbrauch in der Stunde cbm	Der Gase Staubgehalt nach der Reinigung g/cbm	Der Gase Temperatur ° C.
1902.	Novbr.	28.	1117	961	2,09	0,026	20
„	Dezbr.	1.	1187	917	2,27	0,030	18,5
„	„	3.	1210	914	1,91	0,051	16,5
„	„	4.	1216	925	2,27	0,024	14,5
„	„	5.	—	—	2,27	0,029	14,5

The Iron and Coal Trades Review 1902, S. 1512.

Dr. Leo.

Neudörffers Patent-Zentralschmierpumpe.

Die Vorzüge der selbsttätigen Oelschmierung von Maschinen, besonders von Motoren mit hocherhitzten Betriebsmitteln, als Heissdampfmaschinen, Gas-, Petroleum- und Benzinmotoren sind hinreichend bekannt, sodass es erübrigt, sie an dieser Stelle besonders hervorzuheben. Von ihrer weitverbreiteten Anwendung zeugen die zahlreichen Konstruktionen von Schmierpumpen. Bei der Verschiedenartigkeit in der Bewegungsgeschwindigkeit und Belastung der an einer und derselben Maschine zu schmierenden Teile gebietet die Forderung möglichst sparsamen Aufwandes an Schmiermitteln, dass jede einzelne von der Zentralschmiervorrichtung ausgehende Leitung der an der betreffenden Verbrauchsstelle erforderlichen Oelmenge entsprechend gespeist wird, und dass diese Speisung auch während des Betriebes geregelt werden kann.

Um diese Aufgabe in möglichst zweckmässiger, einfacher Weise zu erzielen, ordnet *Neudörffer* bei seiner Patent-Zentralschmierpumpe für jede Leitung eine besondere Pumpe an, die derart eingerichtet sind, dass der Kolbenhub jeder einzelnen Pumpe durch eine einfache Stellvorrichtung während des Betriebes der gewünschten Oelzufuhr entsprechend zu regeln ist.

Fig. 1 zeigt die Ansicht der gefällig aussehenden Vorrichtung und Fig. 2 einen Schnitt, aus dem die Einzelheiten der Konstruktion zu ersehen sind.

Der Apparat besteht aus einem Oelbehälter, in dessen unterem Teile eine Exzenterwelle gelagert ist, die in beliebiger Weise an-

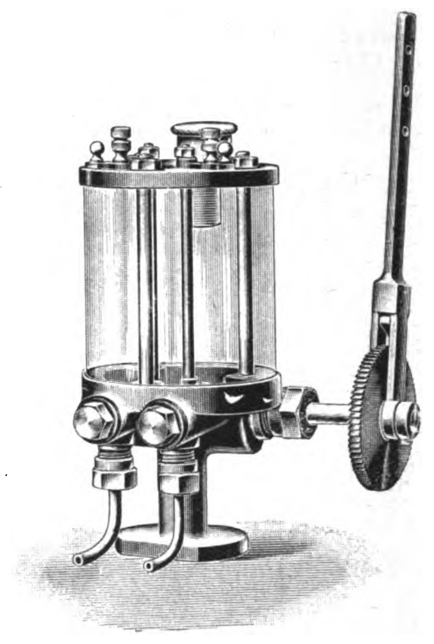


Fig. 1.

getrieben wird und sämtliche Pumpenkolben unmittelbar betätigt. Die letzteren sind paarweise hintereinander angeordnet und zwar entsprechend der Anzahl der zu speisenden Oelleitungen. Der Pumpenkolben-Rücklauf erfolgt durch Federkraft (s. Fig. 2), und

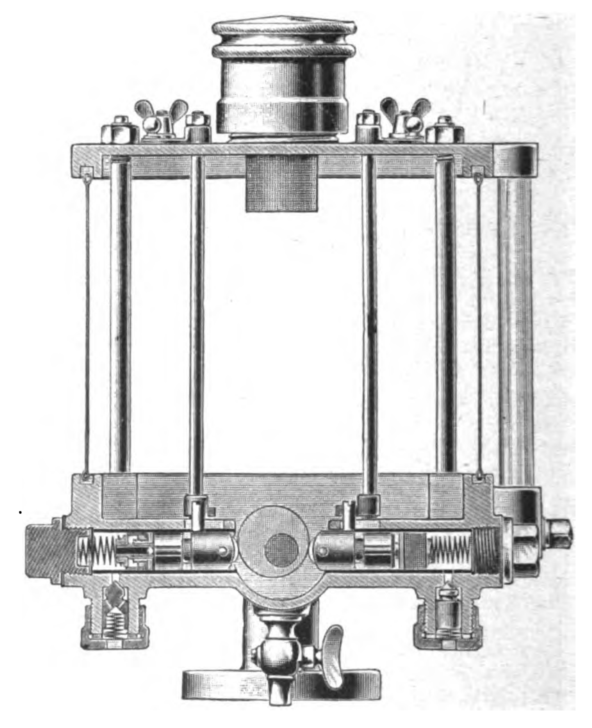


Fig. 4.

die Einstellung der Kolbenhübe je nach der erforderlichen Oelmenge mittels Stangen, die durch den Oelbehälter hindurchgehen. Hierbei sind die gewählten Hubgrössen an Zeigern und Skalen mit 6 Unterteilungen auf dem Deckel des Behälters abzulesen.

Geliefert wird der Apparat in beliebiger Grösse von *Neudörffer & Co., Anfertigung von Armaturen und Apparatenbau, Stuttgart.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 15. **Berlin, 11. April 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Zugmesser für Dampfkesselfeuerungen.

Es ist allgemein bekannt, welchen Wert die richtige Bemessung der in Dampfkesselfeuerungen eintretenden Luftmenge für die ökonomische Arbeit der Feuerung selbst hat. Ihre Grösse richtet sich in jedem einzelnen Falle nach den besonderen Verhältnissen, ist also allgemein garnicht anzugeben. Dabei schadet sowohl ein Zuviel wie ein Zuwenig. Die beste Kontrolle, ob eine Feuerung wirklich richtig arbeitet, wird ja nun, wie noch kürzlich in dieser Zeitschrift genau auseinander gesetzt, durch eine chemische Analyse der Abgase geliefert. Aber die gewöhnlichen hierzu benutzten Apparate erfordern eine mühsame und durchaus sachverständige Bedienung und geben zum grössten Teil nur ein Urteil über den Zustand in der Feuerung zur Zeit der Entnahme der Gasprobe. Diejenigen Messvorrichtungen dieser Art jedoch, welche eine dauernde Kontrolle ermöglichen, sind, so vorzüglich und sinnreich ihre Konstruktion zweifellos ist, und obgleich es erwiesen ist, dass ihre Anschaffungskosten selbst bei kleinen Feuerungsanlagen sich rasch bezahlt machen, doch vielen Besitzern von Dampfkesseln noch zu schwierig zu behandeln, ihre gute Wirkung hängt zu sehr von der Sorgfalt des sie bedienenden Aufsichtsbeamten ab, als dass auf eine rasche allgemeine Einführung dieser Apparate zu rechnen wäre. In sehr vielen Fällen wird man sich auch noch in Zukunft auf die Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit des Heizers verlassen und mit Freuden jedes Instrument begrüssen, das diesem ein Urteil darüber erleichtert, ob er wirklich die ihm anvertraute Anlage richtig bedient. Als ein solches ist der Zugmesser anzusehen. Denn von der im Feuerungsraum vorhandenen Depression hängt ja die Menge der frischen eintretenden Luft ab oder, wie man sich auch ausdrücken kann, durch Zufuhr von mehr oder weniger Luft wird die Höhe der Luftleere verändert. Kennt man also denjenigen Zustand, bei welchem die im vorliegenden Falle gerade richtige Luftmenge die Feuerung durchstreicht, und misst das Vacuum für diesen Fall, so hat man später nur nötig, durch die Bedienung des Rostes dieselbe Luftverdünnung wieder herzustellen und man wird wiederum die gleichen günstigen Verbrennungsverhältnisse erzielen. Kann dieses Vorgehen auch niemals zu wirklich einwandfreien Ergebnissen führen und stets nur ein ganz rohes Annäherungsverfahren bleiben, so wird doch zweifellos der erreichte Nutzen gegenüber den geringen aufgewandten Mühen und Kosten ein beträchtlicher sein. Es kann also in solchen Fällen, wo die oben erwähnten Analysierungsapparate aus irgend einem Grunde nicht angeschafft werden sollen, nur dringend empfohlen werden, wenigstens eine oberflächliche Beurteilung der Wirkungsweise der Anlage durch Aufstellung eines Zugmessers zu ermöglichen.

Voraussetzung dabei ist aber natürlich, dass nun auch ein Instrument gewählt wird, das die zu messende Grösse wirklich richtig anzeigt und das sich unter den an seinem Aufstellungsorte herrschenden, ungünstigen Bedingungen nicht verändert, also dauernd richtig misst. In beiden Beziehungen zeigen recht viele der auf den Markt gebrachten Instrumente bedenkliche Schwächen.

Die einfachsten Zugmesser bestehen aus einem **U**-förmig gebogenen Glasrohr, das in ein in den Feuerungsraum hineinragendes Eisenrohr luftdicht eingekittet und mit Wasser gefüllt ist (Fig. 1). Der Unterschied in den Wasserspiegeln in beiden Glasrohrschenkeln, durch eine dahinter angebrachte Millimeterskala gemessen, giebt die Höhe der Luftleere in Millimeter Wassersäule. Nun bedürfen aber die meisten Feuerungen nur einer Zugstärke von wenigen Millimetern, etwa 6 bis höchstens 10 mm; und dabei ist eine nur geringe Abweichung der vorhandenen Zugstärke von der günstigsten bereits recht schädlich. Es erscheint daher unbedingt geboten, die gesetzlich festgelegte Einheit der Zugstärke von 1 mm Wassersäule auf irgend eine Weise im Messinstrument durch eine grössere Strecke darzustellen, da sonst das Ablesen, zumal, wenn die Glasröhre durch den Kohlenstaub verschmutzt ist, gar zu schwierig werden würde. Ferner haftet der erwähnten einfachen Vorrichtung noch der zweite erhebliche Uebelstand an, dass man nur durch das Ablesen zweier Zahlen und Subtraktion der einen von der anderen eine Angabe über die wirkliche Zugstärke zu erhalten vermag. Da nämlich beide Wasserspiegel sich verlegen, ist die Anbringung einer festen Skala, an der man von einem Nullpunkt aus ablesen könnte, unmöglich. Macht man aber durch Erweiterung des Gefässes an der Stelle, wo der eine Wasserspiegel sich befindet, dessen Senkung so gering, dass sie praktisch nicht ins Gewicht fällt, und nimmt man dann diese Höhe als Nullpunkt an, so erhält man ein Instrument, das nur für kurze Zeit richtig zeigt: in der warmen Atmosphäre des Kesselhauses, zumal der Zugmesser am liebsten unmittelbar an der Kesselwand angebracht wird, damit der Heizer ihn ebenso, wie das Manometer stets bequem vor Augen hat, verdunstet rasch ein nicht unbeträchtlicher Teil des Wassers. Es bedarf also einer häufigen Kontrolle, ob beim Ausschalten des Apparates die Messflüssigkeit noch auf den Nullpunkt einspielt oder der verloren gegangene Teil ersetzt werden muss.

Fig. 1. Zugmesser.

Auf Grund der obigen Ueberlegungen kommen wir dazu, die folgenden Forderungen an einen guten Zugmesser zu stellen:

1. Er muss die Einheit der Zugstärke, 1 mm Wassersäule, in stark vergrössertem Masstabe zeigen.
2. Die Angaben des Instrumentes müssen selbst nach längerer Zeit in dem von Kohlenstaub erfüllten Kesselraume noch deutlich erkennbar sein.

3. An einer fest angebrachten Skala muss die jeweilige Zugstärke ohne jede noch so geringe Zwischenrechnung abgelesen werden können.

4. Wird eine Messflüssigkeit benutzt, so ist der durch ihre Verdunstung eintretende Fehler auf irgend eine Weise aufzuheben oder doch zu vermindern.

Hierzu treten alsdann als selbstverständliche Forderungen noch:

5. Eine Verschmutzung der inneren, insbesondere der anzeigenden Teile durch die unvermeidlich mit Kohlenstaub geschwängerte Luft des Kesselhauses ist zu vermeiden.

6. Der Wechsel in Feuchtigkeit oder Temperatur der Umgebung darf keinen Einfluss auf die Angaben des Zugmessers haben.

7. Bei den sehr geringen Kräften, die hier auftreten, sind möglichst alle Mechanismen, die in sich eine gewisse Reibung besitzen, in dem Instrument zu vermeiden.

Wir wollen nun sehen, in wie weit die einzelnen Konstruktionen diese Forderungen erfüllen oder ihnen doch wenigstens nachzukommen versuchen. Wir beschreiben nur vier verschiedene Apparate, da es uns weniger darauf ankommt, eine Uebersicht über alle in den Handel gebrachten Konstruktionen zu geben, als die Vorteile und Nachteile der einzelnen Typen gegeneinander abzuwägen. Die vier Konstruktionen können aber gewissermassen als Kennzeichnung der verschiedenen Grundsätze dienen, nach denen man heute diese Instrumente baut.

Als Vertreter der Apparate mit Messflüssigkeit führen wir den von der Firma *C. Louis Strube A.-G.*, Magdeburg-Buckau, ausgeführten und in Fig. 2 dargestellten Zugmesser auf. An einem Kasten ist auf der einen Seite ein schrägliegendes Glasrohr angebracht, dessen Inneres mit dem Innern des im übrigen geschlossenen Kastens in Verbindung steht. In dem Deckel ist ein Winkelstück mit Hahn zur Verbindung mit dem Feuerungsraume und ein Lufthahn ein-

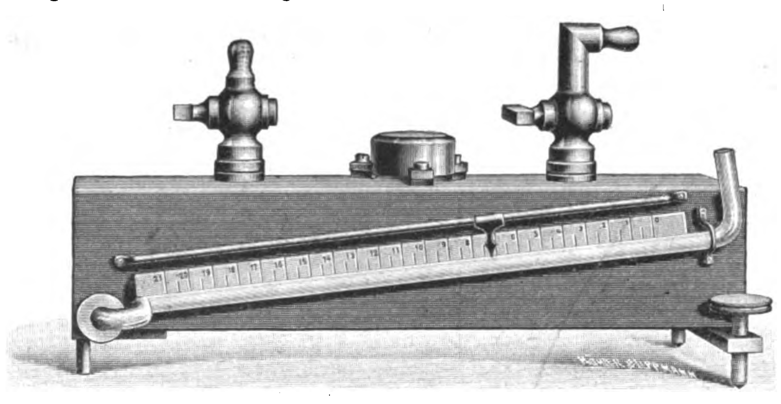


Fig. 2.
Zugmesser von C. Louis Strube A.-G.

geschraubt. Mit Hilfe von drei Stellschrauben, die die Füsse des Kastens bilden, und einer auf dem Deckel befindlichen kleinen Wasserwage kann der Kasten so aufgestellt werden, dass bei teilweiser Füllung mit Wasser dessen Oberfläche genau wagerecht liegt. Eine oberhalb der Glasröhre befindliche Skala ist so eingeteilt, dass die Entfernung zwischen zwei Teilstrichen der Grösse von 1 mm Wassersäule entspricht, und durch einen verschiebbaren Zeiger kann diejenige Zugstärke gekennzeichnet werden, die sich bei Versuchen als günstigste herausgestellt hat. Wie der Apparat aufzustellen ist und wie er arbeitet, bedarf keiner näheren Erläuterung. Ohne irgend eine verwickelte Konstruktion verwirklicht er den in Fig. 1 dargestellten einfachen Grundgedanken eines Zugmessers und erfüllt doch eine Reihe der oben genannten Forderungen. Aber es bleiben auch eine Anzahl Bedenken bestehen. Das schwerwiegenste davon ist jedenfalls, dass eine sehr sorgfältige Aufstellung an einem gegen Erschütterungen geschützten Orte erfolgen muss, und dass eine Ersetzung des verdunsteten Wassers von Zeit zu Zeit nötig ist. Allerdings ist die Kontrolle, wann das geschehen muss, durch die Konstruktion des Apparates sehr erleichtert. Man schliesst hierzu den Hahn an dem Winkelstück, öffnet den Lufthahn, und dann muss sich das Wasser auf Null einstellen. Geschieht das nicht, so ist durch Nachfüllen dafür zu sorgen, dass der Wasserspiegel auf Null einspielt.

Den Fehler, der durch Verdunsten der Flüssigkeit notwendig entstehen muss, hat man bei der in Fig. 3 und 4 dargestellten Konstruktion, wie sie von den *Lux*schen *Industriewerken A.-G.* Ludwigshafen a. Rh. hergestellt wird[1]), dadurch zu vermeiden gesucht, dass man die veränderungsfähige Messflüssigkeit durch einen unveränderlichen festen Messkörper *c* ersetzte. Dieser befindet sich in einer Glasröhre *a*, hinter der eine in Zugeinheiten eingeteilte Skala *e* angebracht ist. Die Glasröhre ist in die Metallfassung *d*, welche die Verbindung mit dem Feuerungsraum ermöglicht, unter Einschaltung der Feder *i* eingesetzt; wenn man das Glasröhrchen nach unten schiebt und dadurch die Feder zusammendrückt, kann das erstere mit dem Messkörper ausgespannt und dann eine Reinigung des Ganzen vorgenommen werden. Indem nun die Luft in der durch Pfeile angedeuteten Richtung infolge des Unterdrucks in der Feuerungsanlage durch das Instrument strömt, wird der Messkörper emporgehoben und zeigt durch seine Lage die Stärke des in der Röhre herrschenden Luftzuges und damit die Höhe der Luftleere an. Aber hier hat man nun gegenüber dem ersten Apparat den nicht zu unterschätzenden Nachteil, dass die Luft aus dem Kesselraume, wenn auch mit geringer Geschwindigkeit, durch das Innere des Instrumentes hindurchstreicht, sodass eine Verschmutzung durch Kohlenstaub auf die Dauer garnicht zu umgehen ist. Wenn auch die Reinigung durch die geschilderte Konstruktion sehr erleichtert wird, so wird doch nicht jede Ablagerung von Staub auf dem Messkörper zu vermeiden sein. Sowohl hierdurch, wie auch durch irgend welche Beschädigung bei der Reinigung selbst kann dessen Gewicht verändert werden, und es liegt auf der Hand, dass bei den geringen hier wirkenden Kräften jede derartige Veränderung, und mag sie noch so klein sein, einen erheblichen Fehler verursachen wird. Ein zweiter Uebelstand liegt darin, dass das Glasrohr durchaus senkrecht stehen muss, damit kein Reiben des Messkörpers an ihm stattfindet. Dass auch dieser Apparat gegen erhöhte Temperatur empfindlich ist, beweist die von der ausführenden Firma aufgestellte Forderung, dass er einer höheren Luftwärme als 50° C. nicht ausgesetzt und vor offenem Feuer geschützt werden solle.

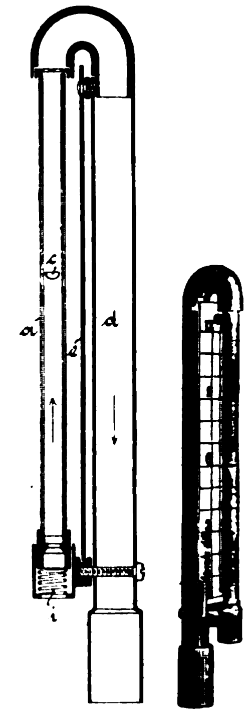


Fig. 3. Fig. 4.
Fig. 3 u. 4. Zugmesser der Luxschen Industriewerke A.-G.

Weniger empfindlich gegen eine Ungenauigkeit bei der Aufstellung und weniger leicht Beschädigungen ausgesetzt, wie die bisher geschilderten, mit zerbrechlichen Glasröhren ausgerüsteten Apparate, sind die folgender Konstruktion. In einem auf beiden Seiten mit Glasscheiben versehenen Gehäuse ist eine dicht abschliessende, leicht bewegliche Zunge aus Aluminium aufgehängt. Durch das mit der Feuerungsanlage verbundene Rohr wird nun die auf der einen Seite dieser Zunge befindliche Luft abgesaugt, sodass die auf die andere Seite durch ein Loch in der Gehäusewand einströmende Luft auf die Zunge drückt und einen Ausschlag hervorruft, dessen Grösse von der Höhe des Unterdruckes herrührt. Der grosse Nachteil dieses Apparates gegen die zuerst beschriebenen springt aber sofort in die Augen: auch hier strömt die mit

[1]) D. R.-P. 138 357.

Kohlenstäubchen geschwängerte Luft in das Innere des Apparates, eine Reinigung ist aber ausgeschlossen. Wie lange wird die Aluminiumzunge dann gegen die Glasscheiben dicht abschliessen, ohne dass durch die an letzteren haftenden Schmutzteilchen die Reibung so vergrössert ist, dass die Angaben des Instrumentes vollständig falsch sind? Ist die Anordnung des Gelenkes schon an sich ein Nachteil, da die in ihm notwendigerweise entstehende Reibung sich der Bewegung der Zunge widersetzt, so erscheint es vollends verkehrt, dieses Gelenk so frei in den das Instrument durchstreichenden Luftstrom zu legen; durch ein Absetzen der in ihm schwebenden Staubteilchen muss sich ja diese Reibung verändern, also ein Fehler in den Angaben des Apparates sich einstellen.

Schliesslich kommen wir zu derjenigen Gruppe von Zugmessern, die auf dem allgemein bekannten Prinzip der Federmanometer aufgebaut sind: ein aus biegsamem Material hergestellter Kasten irgend welcher Gestalt wird mit dem Raum, dessen Druck gemessen werden soll, so in Verbindung gebracht, dass sich dieser Druck auf das Innere des Kastens überträgt. Infolgedessen treten Aenderungen seiner Form ein, deren Grösse durch die Höhe des Unterschiedes der in dem Kasten herrschenden Pressung gegen die diesen von aussen umgebende Atmosphäre bedingt ist. Diese Formveränderung wird auf irgend eine Weise auf einen sich vor einer Skala bewegenden Zeiger übertragen, und diese Skala durch Versuche geaicht, sodass der zu messende Druck auf ihr unmittelbar abgelesen werden kann. Als Beispiel für derartige Apparate führen wir den Zugmesser der Firma *J. C. Eckardt*, Cannstadt-Stuttgart an, der in unseren Fig. 5 und 6 dargestellt ist.[2]) In einem Gehäuse *d* sind zwei nach Art der Manometerplattenfedern gestaltete, metallene Membranen *a* und *b* untergebracht, die mit ihren Rändern so aneinander gelötet sind, dass sie eine geschlossene Kapsel bilden. Durch den im Gehäuse fest verschraubten Stutzen *c* und die Bohrung *e* kann der Innenraum der Kapsel mit dem Feuerungsraume in Verbindung gesetzt werden. Mit der Membrane *a* ist durch das Hebelgestänge *f g* der Zeiger *h* verbunden, sodass sich jede Bewegung der Membranen auf diesen letzteren überträgt. Sollte einmal auf irgend eine Weise ein Ueberdruck in das Rohr *e* gelangen, der stark genug wäre, eine Beschädigung der natürlich so leicht als möglich gehaltenen Membrankapsel herbeizuführen, so öffnet sich das durch eine ganz schwache Spiralfeder *k* geschlossen gehaltene Ventilchen *i* und der Ueberdruck kann sich gefahrlos ausgleichen. Einen besonderen Vorzug vor anderen Apparaten, die auf dem gleichen Prinzip beruhen, bildet die Anwendung zweier Membranen, die beide durch den Unterdruck eine Gestaltsänderung erfahren. Infolgedessen braucht jede nur den halben Hub zu machen, als bei Benutzung einer einzigen Membrane nötig wäre. Die Folge davon ist, dass sie stärker gehalten werden können, und dass die Lebensdauer des Instrumentes eine grössere wird. Dieser Apparat erfüllt eigentlich alle unsere oben aufgestellten Forderungen mit Ausnahme der letzten, dass die Bewegung nicht durch einen in sich Reibung besitzenden Mechanismus auf den Zeiger übertragen werden solle. Vor allem ist eine Verschmutzung der inneren Teile durch Kohlenstaub so gut wie ausgeschlossen, da ja kein Durchströmen der Luft durch den

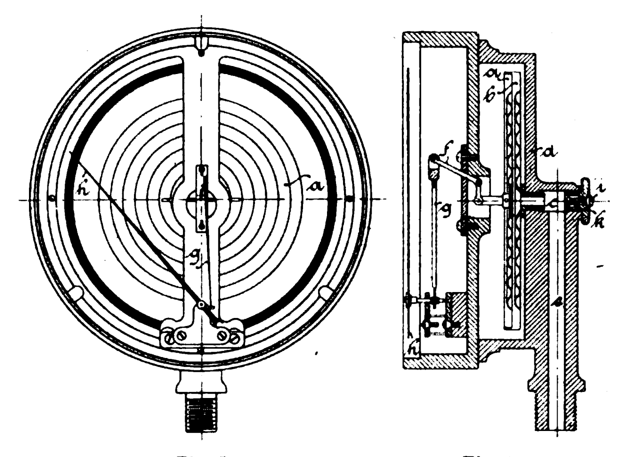


Fig. 5. Fig. 6.
Fig. 5 und 6. Zugmesser von Eckardt.

Apparat stattfindet. Der Einfluss der Temperaturveränderung kann wenigstens zum Teil dadurch ausgeglichen werden, dass man den Apparat in einem Raume aicht, der die in Kesselhäusern etwa im Mittel herrschende Lufttemperatur hat. Schliesslich kann aber auch die Reibung im Uebertragungsmechanismus durch möglichste Genauigkeit in der Werkstattsarbeit auf ein Minimum verringert und der dann noch zurückbleibende Fehler durch eine genaue Aichung zum grössten Teile ausgeglichen werden.

Unsere obigen Betrachtungen zeigen, dass es zur Zeit nocht nicht gelungen ist, einen wirklich vollkommenen Zugmesser zu konstruieren, dass vielmehr jede der geschilderten Konstruktionen ihre Mängel besitzt, dass aber doch Instrumente vorhanden sind, die für die Praxis genügen dürften.

F. Mbg.

[2]) D. R.-P. a. D. R.-G.-M. a.

Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Fortsetzung von S. 767, Bd. 317).

Das Mahlen, Waschen, Bleichen, Färben und Füllen der Rohfasern.

1. Der Holländer.

In den Ausführungen des Verfassers, welche sich D. p. J., 1901, Bd. **316**, befinden, sind die verschiedenen Bedingungen, welche für das Arbeiten im Holländer massgebend sind, im Zusammenhange behandelt und, soweit dem Verfasser bekannt, zum ersten Male scharf der unbedingte Zusammenhang zwischen all den einzelnen, selbst den anscheinend unwichtigen Teilen des Holländers und ihr Einfluss auf die zu leistende Arbeit nachgewiesen. Fussend auf jene Untersuchungen seien nun einige Neuheiten im Bau des schon so alten Holländers besprochen.

Viele Bemühungen sind darauf gerichtet, guten, flotten Stoffumlauf und gute Mischung zu erzielen. In dem *Phönix-Holländer* der Maschinenfabrik *Banning & Setz* in Düren wird hierfür einerseits die auch vom Verfasser so warm befürwortete gleichmässige Neigung des Trogbodens vom Kropfe bis zum Grundwerke tatsächlich ausgeführt, andererseits eine grosse Walze und in demjenigen der beiden Kanäle des in der allgemeinen Form für wagerechten Stoffumlauf gebauten Troges, welcher die Walze nicht enthält, eine verhältnismässig sehr kleine Breite angewendet, um durch diese Querschnittsverminderung raschere Stoffströmung zu erzwingen und damit auch das Absetzen von schweren Teilen hintanzuhalten. Durch die bedeutende Querschnittsänderung wird der Stoff auch gemischt.

Auf vorteilhafte Mischung durch eine eigentümliche Querschnittsverminderung arbeiten auch *Karl Krafft & Söhne* in Düren gemäss D. R.-P. 120 947 hin. Wir bemerken in Fig. 45 und 46 im allgemeinen die gewöhnliche Holländeranordnung: Trog *a* mit den beiden Abteilungen a_1 und a_2, getrennt durch die Mittelwand *b* — Walze *c*, welche den Stoff über den Kropf *d z* wirft. Der Stoffstrom findet aber an den eigentümlich gestalteten, einstellbaren Wänden *e* und e_1 Hindernisse. Zweifellos wird der Stoff dadurch von der Mittelwand ab- und gegen die Aussenwand hingedrängt,

wobei sich örtlich raschere Strömung einstellen muss, die aber sogleich wieder hinter den Blechen e, in den weiten Kanälen, gering wird. Wenn daher für die Stoffströmung der Erfolg

Fig. 45.

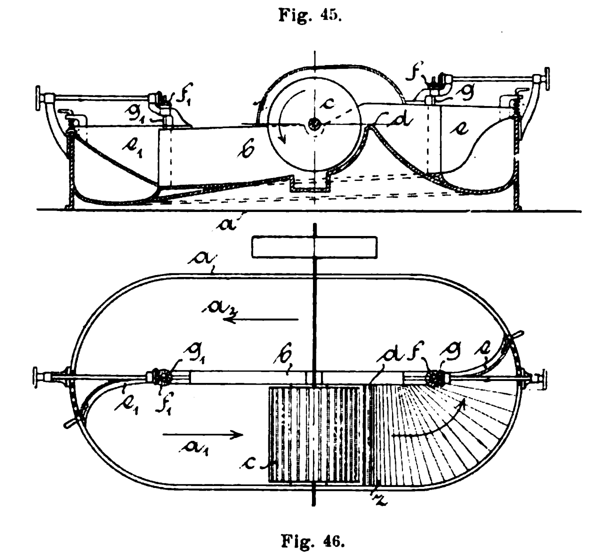


Fig. 46.
Fig. 45 u. 46 Holländer von Krafft & Söhne.

mehr als zweifelhaft erscheint, so ist immerhin, gerade deshalb, weil der Stoff zusammengedrängt und dann wieder in weitere Querschnitte entlassen wird, anzunehmen, dass die Fasern recht gut gemischt werden. Gewiss ist man hier wegen der Stellwerke $f\ g$, $f_1\ g_1$ anpassungsfähig. Doch scheint mir der Vorteil ziemlich teuer erkauft, umsomehr, als ein ähnlicher Erfolg nach ähnlichem Grundgedanken in dem vorerwähnten „Phönix“ - Holländer einfacher erzielt ist.

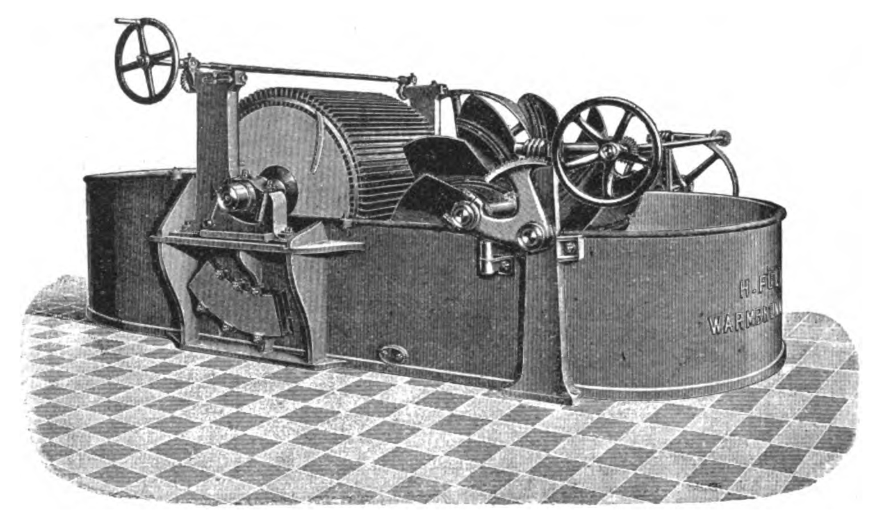


Fig. 47.
Holländer von Füllner mit Strohbach schen Stofftreibern.

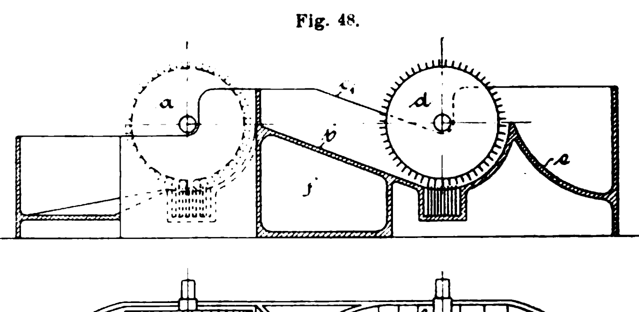
Mehr als durch diese Mittel ist jedenfalls durch den Einbau von besonderen, für den vorliegenden Zweck geeigneten Bewegungsorganen: Pumpen oder Stofftreibern zu erzielen. Ja, bei den heute vorkommenden, so überaus dicken Stoffen ist nach den vom Verfasser in Band 316 gemachten Entwickelungen überhaupt nur so eine annehmbare Stoffströmung zu erreichen, weil nur so, durch den knapp vor der Walze liegenden Treiber die Zellen nennenswert gefüllt werden. Geschieht dies nicht, so kann natürlich auch nichts über den Kropf geworfen werden, worauf die Stoffströmung aufhören muss.

Diesen Erwägungen verdanken die Holländer der Maschinenfabrik *Füllner* in Warmbrunn ihre Ausstattung mit den *Strohbach*schen Stofftreibern.[1]) Ausserdem (Fig. 47) finden sich auch hier grosse Walzen und sonst im einzelnen richtige Durchbildung, sodass der vorzügliche Erfolg dieser Holländer, welche auf den ersten Blick, abgesehen von den Stofftreibern, sich von den gewöhnlichen Holländern mit wagerechtem Stoffumlauf kaum unterscheiden, ganz begreiflich ist.

In eigentümlicher Weise erstrebt *Winand Pitzler* in Birkesdorf nach D. R.-P. 117 064 bei einem zweiwalzigen Holländer die gute Mischung des Stoffes. In Fig. 48 und 49 sind a und d die beiden Mahlwerke. a wirft nun den Stoff über die zugehörige Kropfoberkante in den schief zur zweiten Walze führenden Kanal b mit Seitenwänden c_1, c_2. Walze d wirft den Stoff über den Kropf e, sodass die Fasern, wie es die Pfeile andeuten, weiter in den Kanal f gelangen, der unter dem Kanal b, diesen kreuzend, verläuft, um schliesslich den Stoff wieder (analog wie bei den alten Holländern auf einem ansteigenden Boden) zur Walze a zurückzubringen. Aber nur ein Teil des Stoffs macht diesen Weg ganz. Ein Teil fällt schon durch die Löcher g und h im Boden b in den Kanal f, also ohne zur Walze d zu kommen, und mischt sich mit dem übrigen Stoff, wobei, wie durch Verfolgen der eingezeichneten Pfeile zu erkennen ist, Teile, welche in b links flossen, sich mit rechts gewesenen Teilen mengen und umgekehrt. Zweifellos wird dadurch recht gründlich gemischt. Aber, ob nicht bei der geschilderten Arbeit notwendigerweise ungleichmässig gemahlen werde: einzelne Fasern öfter, andere weniger oft, und dadurch ungleichmässiger Stoff folgt, bleibe dahin gestellt.

Weniger Bedenken nach dieser Richtung verursacht der *Pitzler*sche Vorschlag im D. R.-P. No. 121 634. Hier haben wir nur eine Walze. Ihre Haube schliesst sich (Fig. 50, 51) teilweise bei $a\ b$ eng an die Walze und an den Kropf c an, während der Teil h wie bei den gewöhnlichen Holländern verläuft. Dadurch wird ein Teil des Stoffs bis über den oberen Walzenscheitel mitgenommen und dann in eine besondere Rinne r abgeschleudert, welche infolge ihrer kräftigen Neigung von d nach e den in sie gelangten Stoff bei f wieder auf die Walzenzulaufseite fallen lässt. Es mischt sich somit auch hier Stoff von verschiedenen Trogseiten, indem der bei h, also bei dem abstehenden Teil der Haube abgeworfene Stoff seinen gewöhnlichen Weg macht und bei f mit dem Stoff aus der Rinne $d\ e$ zusammentrifft. Etwas Aehnliches: den Stoff, welcher bei gewöhnlicher Ausführung an der Mittelwand fliesst, nach aussen und umgekehrt zu leiten, wodurch gemischt wird, versucht *I. P. Dillon* nach amerik. Patent 648 899 im Anschluss an eine bereits früher[2]) gegebene Konstruktion dadurch zu erreichen, dass er die Kropfoberkante nur etwa zur Hälfte freilässt, wie bei den gewöhnlichen Holländern,

Fig. 48.



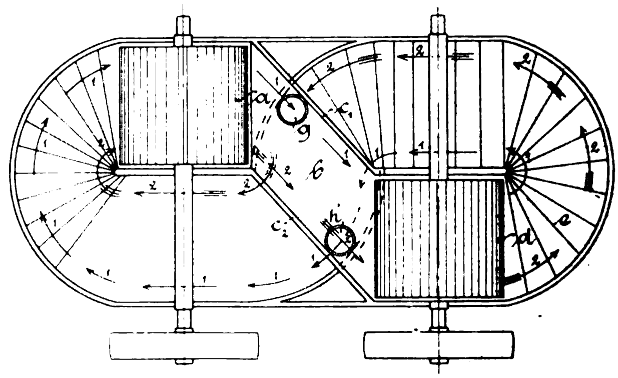


Fig. 49.
Fig. 48 u. 49. Zweiwalziger Holländer von Pitzler.

[1]) Vergl. D. p. J. 1901 Bd. **316** und 1896 Bd. **300** S. 289 den Holländer von *Karger*.

[2]) Vergl. D. p. J. 1896, Bd. **300**, S. 268.



aber auf die andere, und zwar bei der Mittelwand liegende Hälfte ein eigentümlich gekrümmtes Dach legt, um durch dieses den darauf fallenden Stoff nach der Aussenwand des Troges zu leiten. Weil aber *Dillon* den Kropf im Verhältnis zu dem Walzendurchmesser, allerdings in Uebereinstimmung mit vielen älteren Ausführungen, sehr hoch, fast bis zur Walzenmitte hinauf zieht, mag wohl wenig Stoff auf das erwähnte Dach fallen und nach aussen geleitet werden. Ob also der Zweck ernstlich erreicht wird, mag bezweifelt werden.

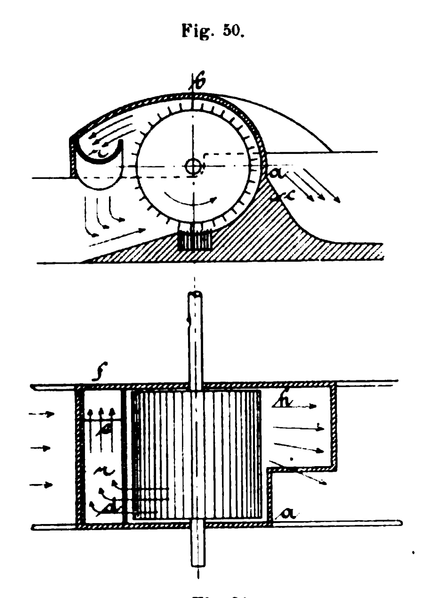


Fig. 50.

Fig. 51.

Fig. 50 u. 51. Holländer von Pitzler.

Der Untergrundholländer von *Spölgen & Co.* in Jülich, der mit seinem Mahlwerk eigentlich schon den sogenannten Stoffmühlen zuzurechnen ist, besitzt sogar zwei Vorrichtungen, um sicher guten Stoffumlauf zu erzielen. Wir bemerken in Fig. 52 und 53 eine wagerechte Mahlscheibe *a* auf einer stehenden von unten angetriebenen Welle. *a* arbeitet mit dem wagerechten, festen Grundwerk *b* zusammen. Die Stoffströmung von oben nach unten wird noch befördert durch Saugschaufeln *s*, welche mit *a* umlaufen. Aus dem Untergrundkanal *h* erhebt sich, ähnlich wie dies seinerzeit bei dem *Karger*[3])-Holländer gesagt worden ist, der Stoff anscheinend sicher infolge der Arbeit des Schieberades *i*, welches den Stoff schliesslich auch zum Mahlwerk zurückschafft. Wenn nicht, wie bei fast allen Untergrundholländern der verdeckte Untergrundkanal *h* zu Befürchtungen Anlass gäbe, so könnte man die sonstigen Vorteile: wie guten Umlauf, schnelles Mahlen, bequemes Aufstellen, geringen Platzbedarf, ohne jede Sorge hinnehmen.

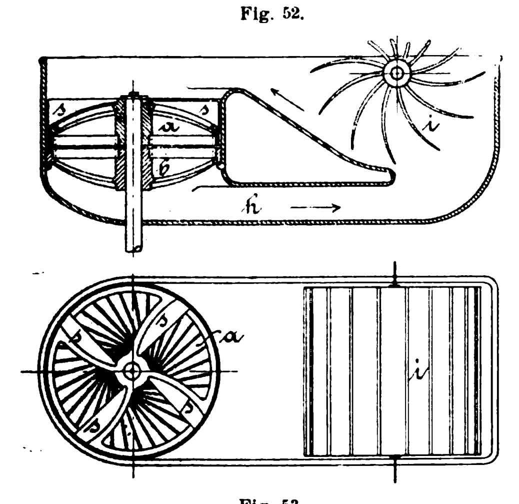


Fig. 52.

Fig. 53.

Fig. 52 u. 53. Untergrundholländer Von Spölgen & Co.

[3]) Vergl. D. p. J. 1896, Bd. **300**, S. 289, Fig. 24.

Friedrich Baudisch in Stuppach versucht nach D. R.-P. 110542 durch eine eigentümliche, kegelige Form, sowie durch besondere Lagerung der Walze guten Stoffumlauf zu erzielen. Die Walze *b*, Fig. 54 und 55, befindet sich eigentlich in einem Untergrundkanal und arbeitet nach Art der Stoffmühlen mit einem die Walze umschliessenden Grundwerk *c* zusammen. Ihnen strömt durch das Rohr *i* der Stoff aus dem Mittelkanal *a* des dreiteiligen Troges zu. Die mit schief gelegten Messern ausgestattete Walze *b* verkleinert den Stoff, welcher, besonders durch die kegelige Form veranlasst, längs der Walzenmesser weitergleitet, um schliesslich in den lotrechten Schacht *k* und von diesem nach Teilung des Stoffstromes in die beiden Seitenkanäle s_1 und s_2 zu kommen, welche im weiteren ihren Inhalt an den Mittelkanal *a* abgeben, wodurch der Kreislauf beendet erscheint. Die Walze, welche von der Scheibe *h* anzutreiben ist, kann durch das Stellwerk *g* den jeweiligen Erfordernissen (gröberer oder feinerer Stoff) entsprechend gerichtet werden. Bei *l* ist der Sandfang zu denken. Auch kann dort entleert werden. Ueberlegen wir die Art der Zufuhr des Stoffs zum Mahlwerke und berücksichtigen wir, dass *Baudisch* die Messer mit verhältnismässig grossen Zwischenräumen anordnet, so ist es ganz wohl denkbar, dass dieser Holländer besonders geeignet ist für das Loslösen von Zellstoffasern von Aesten und hartgebliebenen Holzteilen einer Zellstoffkochung.

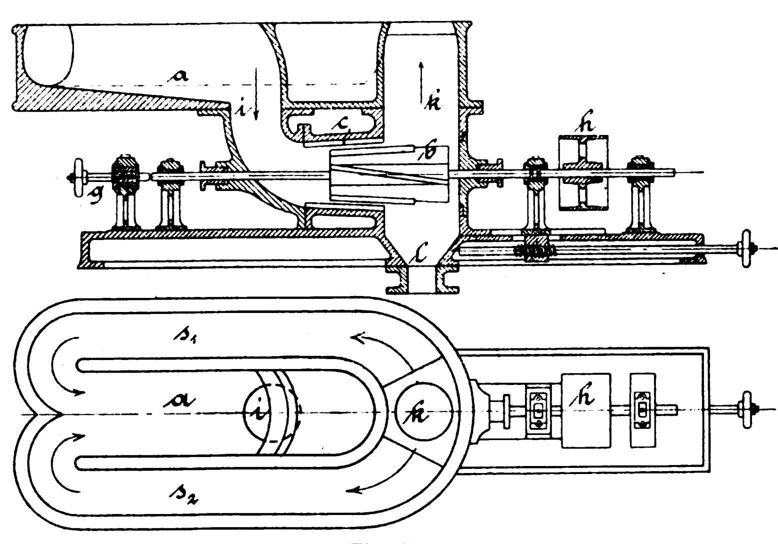


Fig. 54.

Fig. 55.

Fig. 54 u. 55. Holländer von Baudisch.

J. B. Mathieu sucht wie *Baudisch* durch einen kegeligen Läufer besseren Stoffumlauf zu erzielen, nur stellt *Mathieu* den Läufer mit seiner Achse lotrecht. Man bemerkt diesen bei *e* in Fig. 56, erkennt den Antrieb von unten, sowie das unten liegende Stellwerk, um den Abstand zwischen den Walzenmessern *f* und den Gehäuse-(Grundwerks-)Messern *h* regeln zu können. Diese gehen von der Gehäusewand *a*, schief zugeschnitten bei h_1 nach aufwärts, solcherart die unteren Enden der Walzenmesser etwas freilassend, welche dadurch einigermassen als, allerdings recht kleine, Schöpfschaufeln wirken können, wozu die kegelige Verkleidung *p* als Leitfläche immerhin etwas beiträgt. Jedenfalls wird durch die Walzendrehung der Stoff gehoben, bei *t* dem Holländertrog übergeben und kehrt bei *s* zum unteren Teile der Walze zurück, den Kreislauf beendend. Was hier sehr zu bestechen vermag, ist das grosse Gefälle, das man wegen der stehenden Walze leicht herausbringt und daraus ein sicherer, bei nur einigermassen richtiger Einzelausbildung, flotter Stoffumlauf. Allem Anscheine nach haben wir hier einen vielversprechenden Holländer besonders für feineres Material.

Wenig Vertrauen erweckt die Anordnung im Holländer von *Julius Wüstenhöfer* nach D. R.-P. 105 955, 116 369 und nach amerikanischem Patent 616 517. Er wendet ein ziemlich grosses, kegeliges Grundwerk mit lotrechter Achse an, an welchem sich die Walze, mittels eines Universalgelenkes pendelnd an die Antriebswelle gehängt, abwälzt.



Wie da *ordentlich* gemahlen, wie der Stoffstrom befördert werden soll, ist kaum zu erdenken.

Sobald es sich nur um das Waschen, Bleichen oder dergl. handelt, ist die Messerwalze nur als Bewegungsorgan im Holländer aufzufassen. Für diesen Zweck ist sie aber, wie schon von so vielen Seiten betont worden ist, keineswegs besonders geeignet.

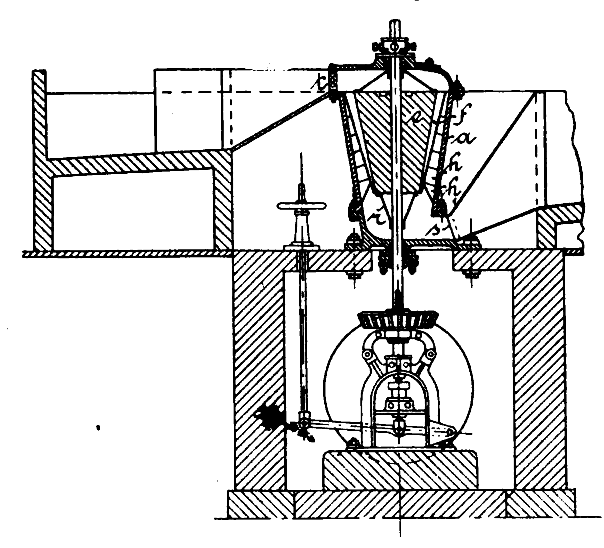


Fig. 56.
Holländer von Mathieu.

Pumpen, Schraubenflügel u. dergl. besorgen das viel besser und richtiger. Eine einfache leicht zugängliche und allem Anscheine nach ganz Vertrauen erweckende Einrichtung ist der Holländer mit dreiteiligem Trog von *C. Schumacher* in Soellingen nach D. R.-P. 95408, Fig. 57. An den Trog *h* schliesst eine Kammer *k*, in welcher sich zwei entgegengesetzt gewundene Schnecken *z* und z_1 befinden. Durch geeignete Drehung derselben kommt der Stoff in Bewegung, sei es, dass er durch *s*, bei den Wänden *w* und w_1 vorüber und an den Aussenwänden entlang nach s_1 und s_2, also auch zu den Schnecken zurückfliesst oder umgekehrt, je nach der Drehungsrichtung der Schnecken. Diese haben, weil der Trog gegen einen der Kammer *k* entgegengesetzt gelegenen Trogpunkte ansteigt, den Stoff vorerst zu heben, worauf er dieselbe Höhe wieder herab den Schnecken von selbst zufliesst. Will man durch Reibung der Stoffteile aneinander den Stoff durcharbeiten, so kann man auch die Wände *w* und w_1 weglassen, indem dann entgegengesetzt fliessende Stoffteile mit einander unmittelbar in Berührung kommen.

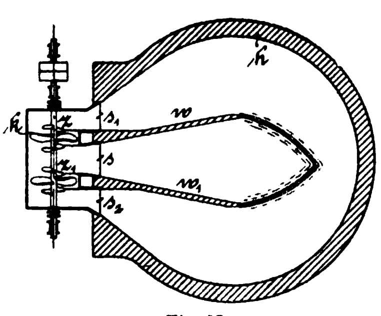


Fig. 57.
Holländer mit dreiteiligem Trog von Schumacher.

Was Einzelheiten anlangt, welche bei dem Betriebe des Holländers eine grössere Bedeutung besitzen, so sei auf einige Ansichten über Walzengeschwindigkeit vorerst aufmerksam gemacht, weil diese wirklich geradezu bestimmend auf den ganzen Gang des Holländers wirkt.

So vertritt der gewiegte Praktiker *C. Eichhorn jun.* in der Papierzeitung Jahrg. 1898, S. 3089, eine Walzengeschwindigkeit von 530 m i. d. Min. (rund 9 m i. d. Sek.) *Kurtz* auf S. 2811 nur 400—450 m, ein Amerikaner auf S. 2263 ähnliche Zahlen wie *Eichhorn.* Wie sehr aber die Erkenntnis in den Kreisen der reinen Praktiker meist mangelt, dass *alle* Abmessungen des Holländers mitbestimmend sind, dass die von einzelnen als vorteilhaftest angegebenen Geschwindigkeiten *nur* für die von den Betreffenden unmittelbar beobachteten Holländersysteme, ja oft nur für den beobachteten Holländer richtig sind, tritt aus der ganzen Fassung der *Eichhorn*schen Auslassung hervor. Dagegen sind in der *Kurtz*schen Veröffentlichung einige Sätze enthalten, welche deutlicher erkennen lassen, dass auch dieser jenen Ansichten sehr nahe steht, welche in dem „Holländer" des Verfassers vertreten und eingehend begründet worden sind: *Nur dadurch, dass alle Abmessungen des Troges, der Walze, des Grundwerks u. s. w. mit berücksichtigt werden, ist für jeden einzelnen Holländer die beste Geschwindigkeit zu ermitteln, aber auch dann nur für diesen Holländer und eine bestimmte Stoffgattung allein gültig.*

Ferdinand Pitzler in Birkesdorf spricht sich in seinen verschiedenen D. R.-P. No. 124136, 124909 u. s. w. dagegen aus, dass die Grundwerksmesser durch Ausmeisseln von Furchen in einem grösseren Block erzeugt werden. Er will (Fig. 58) getrennte Messer *a* anwenden, welche durch gesonderte Einlagen *b*, *c* in bestimmten Abständen *r* gehalten werden, so dass die Zwischenräume zwischen den einzelnen Messern nicht so leicht verlegt werden können. Sind die Messer abgeschlissen, so schiebt man *c* etwas abwärts, bezw. besorgt dies der Walzendruck (ob ausreichend, steht dahin), oder man nimmt aus *c* eine Lage weg.

Im D. R.-P. No. 109002 empfiehlt *Pitzler* Grundwerkschienen, welche absichtlich nicht allerorten gleich breite Oberfläche, sondern in regelmässigen Abständen Verstärkungen darbieten, Fig. 59, *a b c d*, um Stoff zu erzeugen, welcher aus kürzeren und längeren Fasern besteht. Tatsächlich wird dadurch der spezifische Messerdruck verändert, dessen ausserordentlicher Einfluss auf die Mahlung im „Holländer" ausführlich geschildert und begründet worden ist. Ob gerade hier der beabsichtigte Zweck erreicht wird, scheint recht zweifelhaft, nachdem durch die Mischung der Fasern während des Umlaufs keineswegs Gewähr dafür geboten ist, dass dieselben Fasern immer wieder an dieselbe Stelle des Mahlwerkes zurückkommen.

In dem D. R.-P. 118459 wird von *Pitzler* empfohlen, die gewöhnlichen Messer durch Rohre zu ersetzen, welche in einen geeigneten Rahmen gefasst werden, damit sie während der Arbeit nicht ausweichen. Allenfalls können diese Rohre auch mit gewöhnlichen Messern abwechseln. Dass dabei alle Grundwerksmesser vor dem Umbiegen gut geschützt sind, dürfte zutreffen. Aber auch der spezifische Arbeitsdruck muss sich als recht sehr wechselnd zeigen.

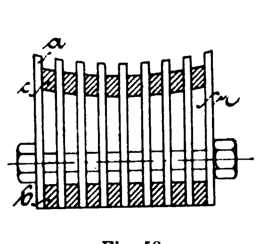


Fig. 58.
Grundwerksmesser nach Pitzler.

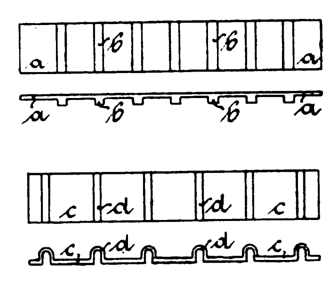


Fig. 59.
Grundwerksschienen nach Pitzler.

Viel Aehnlichkeit hat damit, wenn man nur das Wesentliche ins Auge fasst, die Messerung sowohl für die Walze wie für das Grundwerk, welche *E. Partington* in Glossop im D. R.-P. 107487 vorschlägt. Er nimmt Blöcke, welche aus geeignetem Stoff bestehen (Prima Gusstahl oder schmiedbare Stahlbronze sind wohl nach allen bisherigen Erfahrungen am geeignetsten) und versieht dieselben mit sehr vielen scharfkantigen Löchern, etwa durch Bohren. Diese Löcher werden mit weicherem Stoff, Holz oder dergl., ausgefüllt. Weil dieser bei der Arbeit sich gewiss rascher abnutzt, als die harte Grundmasse, so sind immer Kanten für die Zerkleinerung der Rohfasern im Holländer vorhanden.

Gustav Hemecker in Hohenlimburg macht im D. R.-P. 119179 den Vorschlag, die schabende Wirkung der Messer dadurch zu vervollkommnen, dass die Grundwerksmesser, ähnlich wie es bei Walzenmessern schon häufiger vorkommt, in Gruppen gestellt und diese in grösseren Zwischenräumen montiert werden. Man vermeidet dadurch, dass hauptsächlich nur die voranliegenden Messer schaben, während die folgenden nur wenig zur Verkleinerung der Fasern beitragen, von der Erwägung ausgehend, dass die später folgenden, eng gestellten Messer von Faserklumpen zugedeckt und dadurch unwirksam werden.

Etwas Aehnliches kommt im D. R.-P. 118305, *Wilhelm Schmidt* in Lambrecht, zum Ausdruck. Für seinen gleichzeitigen Vorschlag, statt metallener Messerung ähnlich gestaltete Steinwalzen und Steingrundwerke anzuwenden, vermag sich Verfasser nicht zu erwärmen.

Im D. R.-P. 124723 gibt *Albert Ehinger* in Raths-Damnitz ein Holländer Grundwerk an, bei welchem die Reibung dadurch vermieden werden soll, dass die Grundwerksmesser durch geriffelte Walzen ersetzt werden, welche durch die aufliegende Mahlwalze selbst gedreht werden sollen. Ueberlegen wir, dass es doch auf das Zerreissen der Fasern geradezu ankommt, dass dazu aber gleitende Reibung zwischen Walze und Grundwerk notwendig, nicht bloss nützlich ist, so ist klar, dass diese Walzengrundwerke prinzipiell unbrauchbar sind, der Stoff, die Fasern, werden nur gequetscht und wir brauchen ja mehr, wenn die Fasern wirklich zerkleinert werden sollen.

Eine Reihe von Neuerungen beschäftigen sich mit der raschen Entleerung des Holländers, was besonders neuerer Zeit, wo immer dickflüssigere Stoffe genommen werden, einer gewissen Bedeutung nicht entbehrt. Während bei *Voith* statt des so häufigen Kegelbodenventils eine rechteckige Klappe genommen wird, welche nach dem Aufstellen während des Entleerens als Stauklappe wirkt und solcherart den Stoff hindert, die Ableitungsöffnung zu überfliessen, so finden wir in den zahlreichen Patenten von *Robert Dietrich* in Merseburg (D. R.-P. 95517 und zahlreichen Zusatzpatenten) Strahlventile ausgebildet, sodass an die Ablaufstelle, auch direkt in das hohl gemachte Bodenventil, Presswasser geleitet und durch feine Oeffnungen in den Stoff getrieben wird. Dadurch wird dieser einerseits verdünnt und leichter flüssig, (wie sehr, zeigen die Versuche des Verfassers im „Holländer"), andererseits kann durch geschickt angeordnete Spritzlöcher den Wasserstrahlen solche Richtung gegeben werden, dass dadurch die Stoffströmung unmittelbar gefördert wird. Am weitesten ausgebildet sehen wir das Prinzip im D. R.-P. 113469. Solche Ventile werden vielfach mit sehr befriedigendem Erfolg angewendet.

aus welcher sie durch die Transportschnecke s_1 nach aussen befördert werden. Man hat es also in der Hand, die Hadern so lange im Troge zu lassen, als man will, und dann den Trog selbsttätig zu entleeren.

In den Maschinen von *J. H. Annandale* nach D. R.-P. 121956 und *F. A. Franklin* nach amerik. Patent 671188 werden im wesentlichen zylindrische Siebe zum Waschen von Hadern oder auch anderem Papierstoff benützt. Diese treten zentral auf der einen Seite, reines Wasser zentral auf der anderen Seite ein. Eine Transportschnecke befördert den Papierstoff dem Wasser entgegen, das durch geeignete Abdichtungen daran gehindert wird, vorzeitig durch das Sieb zu laufen. Bei der Ausführung von *Annandale* sind es Lederstreifen, welche sich an das Sieb legen, ohne dessen Drehung im Troge zu verhindern.

Bei der Waschtrommel von *Ch. S. Wheelright* nach amerik. Patent 611879 wird allem Anscheine nach grössere Siebfläche erstrebt und erreicht, als es unter sonst gleichen Umständen bei zylindrischen Waschtrommeln möglich ist. Fig. 62 lässt erkennen, dass an den Kranz m kegelige Siebflächen angeschlossen sind, welche auf schräg gestellten Stäben g aufliegen, die als den Kranz m mit der Nabe $p\ p_1$ verbindende Stäbe zu denken sind. Im Innern befinden sich Schöpfer b, welche ähnlich wie bei anderen Waschtrommeln in der Nähe der Höchstlage durch Schlitze b_1 das eingedrungene Schmutzwasser in die durch Sperrad t festgehaltene hohle Achse h

Fig. 62.

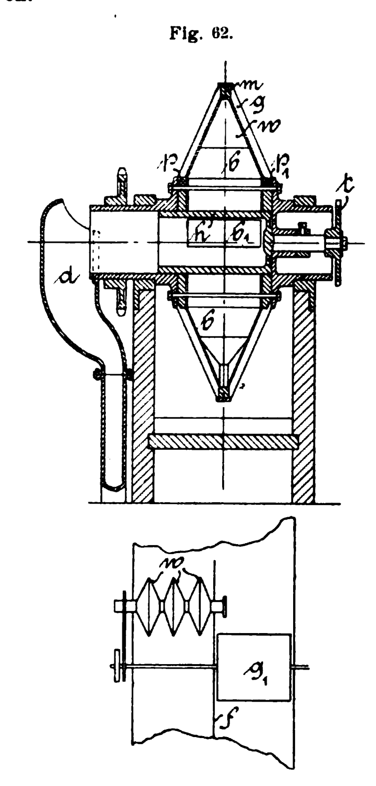


Fig. 63.

Fig. 62 u. 63. Waschtrommel von Wheelright.

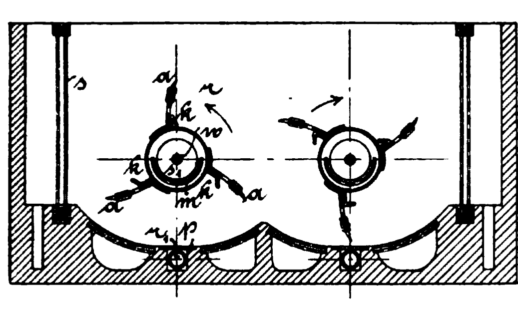
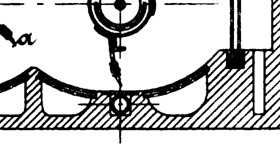



Fig. 60.

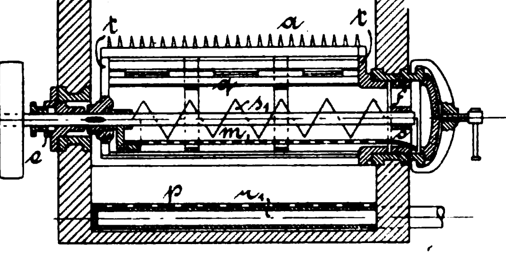


Fig. 61.

Fig. 60 u. 61. Waschtrommel von Huber.

Auch *Leopold Zeyen* gibt in seinem D. R.-P. 118458 eine Anordnung, bei welcher durch Spritzwasser an der Entleerungsstelle der Austritt erleichtert und Zeit gespart wird.

2. *Waschen.*

Im Anschlusse an den Holländer sei einiger Vorrichtungen gedacht, welche das *Waschen des Papierstoffes* bezwecken, ohne dass es sich um Holländer selbst handelt. Bei der Vorrichtung von *Robert Huber* in Schopfheim sind nach D. R.-P. 122170 in einem Troge t (Fig. 60 und 61) Schaufelräder r angebracht mit Antriebswellen w, welche bei e, f gelagert sind. Durch Rohre r_1 und gelochte Platten p tritt frisches Wasser ein, während die zu reinigenden Lumpen von oben in den Trog geschüttet werden. Bei der Drehung der Schaufelräder r, welche aus Brettern mit Spitzen a gebildet werden und auf Rosetten t, sowie Querleisten q gestützt sind, werden die Hadern durcheinander gewälzt, aneinander gerieben u. dergl., sodass sie viel von ihrem Schmutz verlieren, der mit Wasser durch die Siebplatten s abzieht. Bei der angedeuteten Drehung gehen die Klappen k ganz von selbst auf und legen sich um, wie gezeichnet. Dreht man verkehrt, so schliessen sich die Klappen k, die Bretter schaufeln die festen Bestandteile auf und lassen sie in die Mulde m gleiten,

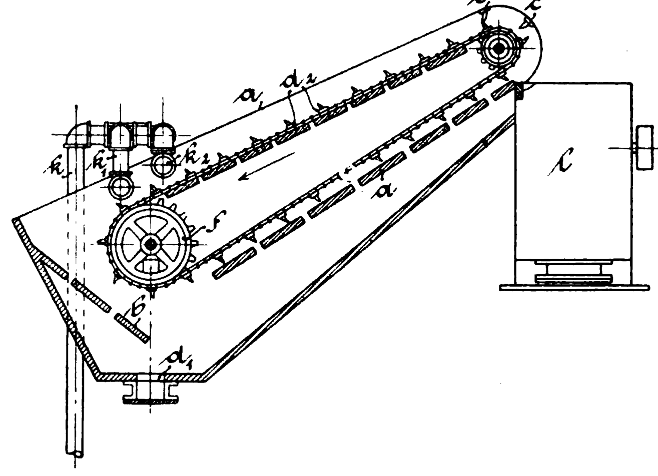


Fig. 64.

Papierstoffwäsche nach Cadwgan.

der Trommel und von da in den Ausguss *d* entleeren. Nachdem es sich leicht rechnerisch dartun lässt, dass, je steiler die Siebe bei *g* gegen die Achse liegen, desto günstiger die Grösse der Siebfläche ausfällt, so ist es erklärlich, dass man beim Waschen im Holländer mehrere solche Waschscheiben neben einander anbringen muss, wie es die Skizze (Fig. 63) andeutet, wo bei *w* die Waschtrommeln, bei g_1 die Walze, bei *f* die Mittelwand zu denken ist.

Auch das D. R.-P. 96 920 geht eigentlich auf Waschen des Stoffes hinaus. *Th. C. Cadwgan* schlägt dort (Fig. 64) ein endloses Stachelband d_2 vor, welches in einem Troge *d* ununterbrochen bewegt wird, dabei eingeworfenen Stoff erfasst, diesen mitschleppt und an parallel zum Stachelbande gelegten Leisten *b a* vorüberzieht, sodass der Stoff dabei zerrissen wird. Fortwährend strömt aber reines Wasser aus *k*, k_1, k_2 zu, sodass tatsächlich gleichzeitig der Stoff gereinigt wird. Schliesslich wirft das Stachelband bei dem oberen Ende unter dem Abstreifer *c* den so behandelten Stoff in das Gefäss *l*, während grober Schmutz bei d_1 hinausfällt.

(Fortsetzung folgt.)

Die Beurteilung des Wertes von Sprengstoffen.

Von Dr. **Rudolf Blochmann**, Zivil-Ingenieur und Sachverständiger für Sprengtechnik.

(Fortsetzung von S. 218 d. Bd.)

Will man die Wirkung eines Sprengstoffes nicht durch die Erweiterung des Bohrloches, sondern durch Angaben des Druckes, welchen er auf die Wandungen des Raumes ausübt, indem er zur Explosion gebracht wird, messen, so kann dies unmöglich bei der — allerdings der wirklichen Verwendung am meisten entsprechenden — erreichbar grössten Ladedichte geschehen, weil eben dann die Wandungen diesem Drucke nimmer Stand halten. Andererseits muss verhütet werden, dass während der Explosion Gase aus dem Raume, der zur Messung der Drucke dienen soll, entweichen können. Man wird also eine Sprengbombe mit ungemein starken Wandungen und einem nicht zu kleinen Hohlraum anwenden. Mit einer solchen Bombe ist zur Gewinnung der Zahlen in den Reihen *7* und *8* der in Schlebusch konstruierte Druckmesser D. R.-P. No. 109 187 ausgerüstet. Er besteht aus einem 80 cm langen zylindrischen Stahlblock von 50 cm Durchmesser, welcher auf einer genügend festen Auflagerung von Mauerwerk ruht und durch zwei verankerte Bügel festgehalten ist. Die zur Aufnahme der Sprengladung bestimmte Kammer hat einen Durchmesser von 20 cm und eine Tiefe von 48 cm, sodass sie einen Inhalt von 15 l aufweist. Ein zweiter solcher Druckmesser zeigt einen Inhalt von 20 l. In die Kammer stellt man auf ein leichtes Drahtgestell die abzuschiessende Menge Sprengstoff und versieht sie mit einem elektrischen Zünder. Die Zünddrähte werden isoliert durch die Wandungen geführt. Der Verschluss der Sprengkammer geschieht durch einen besonders kräftigen Deckel, welcher durch starke Schrauben und Muttern gehalten und durch einen starken Bügel in der Achsenrichtung angedrückt wird. Die Dichtung erfolgt mit Hilfe von Bleiringen. Eine seitliche Ausbohrung gestattet die Anbringung eines Schlauches zum Absaugen der atmosphärischen Luft. Die Entfernung der Luft geschieht bis auf 20 mm Quecksilberdruck mit einer Luftpumpe. Senkrecht über der Ladung befindet sich eine Vorrichtung zur Anbringung eines Federindikators, wie er für die Messung und Aufzeichnung des Dampfdruckes bei der Prüfung von Dampfmaschinen verwendet wird. Ein Schreibstift, welcher mit der Feder in Verbindung steht, schreibt ein Diagramm auf eine durch ein Uhrwerk umgetriebene Trommel (s. Fig. 1). Die Umdrehungsgeschwindigkeit wird bei jedem Schuss durch die Anzahl der die vollen Umdrehungen angebenden Schallzeichen gemessen. Fig. 2 zeigt einen geöffneten und einen geschlossenen Druckmesser.

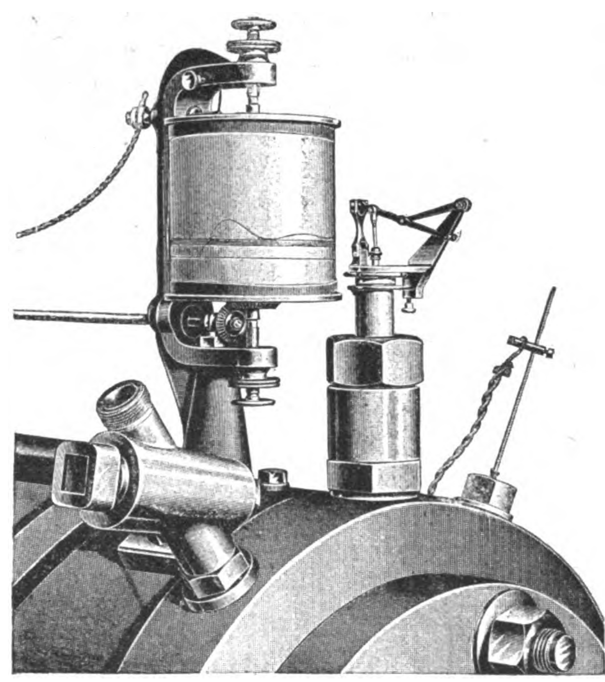


Fig. 1.
Indikatorvorrichtung zum Druckmesser.

Bei langsam detonierenden Sprengstoffen ist die vom Indikator gezeichnete Linie eine flachansteigende, bei schnell detonierenden Sprengstoffen eine steil ansteigende Kurve, die mit zunehmender Abkühlung sich wieder senkt, bis sie horizontal wird. Sie giebt dann den Druck an, den die abgekühlten, in der Kammer befindlichen Gase noch bei Zimmertemperatur ausüben. Der Schuss fällt nahezu unhörbar. Es sind Mengen bis zu 1500 g gewöhnlichen Sprengpulvers und 300 g brisanter Sprengstoffe angewendet worden, ohne dass der Stahlblock oder einzelne Druckmesserteile gelitten hätten. Die Herrichtung und Abfeuerung eines Schusses erforderte nicht mehr als etwa eine halbe Stunde. Beide Apparate haben schon je mehrere tausend Schüsse ausgehalten. Die Abweichungen in den Einzelmessungen betragen für denselben Sprengstoff selten mehr als 2 bis 3 Prozent. Einige mit dem Druckmesser gewonnene Diagramme sind in den Fig. 3 bis 5 dargestellt.

Die Diagramme geben zwar nicht ein absolutes Mass für die Entzündungsgeschwindigkeit, wohl aber ein Bild von der mehr oder minder schnellen Druckentwicklung. Die Nacheilung der Massenteile des Indikators gestattet eine Messung der Entzündungsgeschwindigkeit in absoluter Grösse durch die Indikatorfeder nicht. Es genügt das erzielte Bild des Diagrammes aber doch, einen ersten Anhalt für die Beurteilung eines unbekannten Sprengstoffes zu gewinnen, um ihn in die Reihe der vorhandenen und bekannten an richtiger Stelle einzureihen.

Nun wird man den Vorgang einer solchen im Druckmesser vorgenommenen Explosion nicht als einen durchaus adiabatischen auffassen können; im Gegenteil, die erzeugten hohen Temperaturen übertragen sich auch schon während der Dauer der Explosion zu einem gewissen Teile auf die Wandungen. Der Fehler, den man dadurch begeht und der sich durch eine Angabe eines geringeren Druckes äussert, ist von der Grösse der Wandungen abhängig und dieser sicherlich proportional. Dies ist in der Tat durch ausgedehnte Messungen in Schlebusch bestätigt worden. Zu diesem Zwecke hat man in die Kammern der Druckmesser Eisenblöcke von zusammen je 5 l, 7,5 l und 12,5 l Volumen eingebracht und dadurch die 20 l-Kammer zu einer 15 l-Kammer mit anderer Oberfläche, als die schon vorhandene 15 l-Kammer gemacht, diese aber ebenso wie jene zu einer 7,5 l-Kammer mit wieder anderen Oberflächen. Es hat sich gezeigt, dass



mit Vergrösserung der Oberfläche ein und desselben Hohlraums die Drucke proportional sich verminderten. Fig. 6 giebt ein Bild der mit einem bestimmten Sprengstoff (Guhrdynamit) gewonnenen Ergebnisse.

Man sieht, dass, wenn man die aus den Versuchen sich ergebenden Geraden verlängert bis zum Schnitte mit der einer Oberfläche von 0 qcm entsprechenden Ordinate, man Druckwerte erhält, die dem idealen Falle entsprechen müssten, dass der Explosionsvorgang in der Tat ein adiabatischer, d. h. ohne Wärmeabgabe an die Umgebung stattfindender gewesen wäre. Auf diesen Fall sind die in Reihe 7a enthaltenen Zahlen umgerechnet; es ist also in ihnen der wärmeaufnehmende Einfluss einer verschieden grossen Oberfläche ausgeschaltet. Diese Druckgrössen entsprechen einer Ladedichte von 1 : 150. Rechnet man sich aber diese Zahlen unter Zugrundelegung des *Boyle*schen Gesetzes 1) auf die Ladedichte 1 und 2) auf die grösstmögliche Ladedichte um, so erhält man die Werte der Reihen 7b und 7c. Hierbei mag hervorgehoben werden, dass für die bei den Versuchen verwendeten Ladedichten von 1 : 150 bis 1 : 25 Proportionalität zwischen Druck und Ladedichte gefunden wurde, und dass deshalb die Anwendung des *Boyle*schen Gesetzes gerechtfertigt erscheint, wenn sie auch nicht für grössere Ladedichten unmittelbar bewiesen ist. Es wäre sehr erwünscht, wenn durch weitere

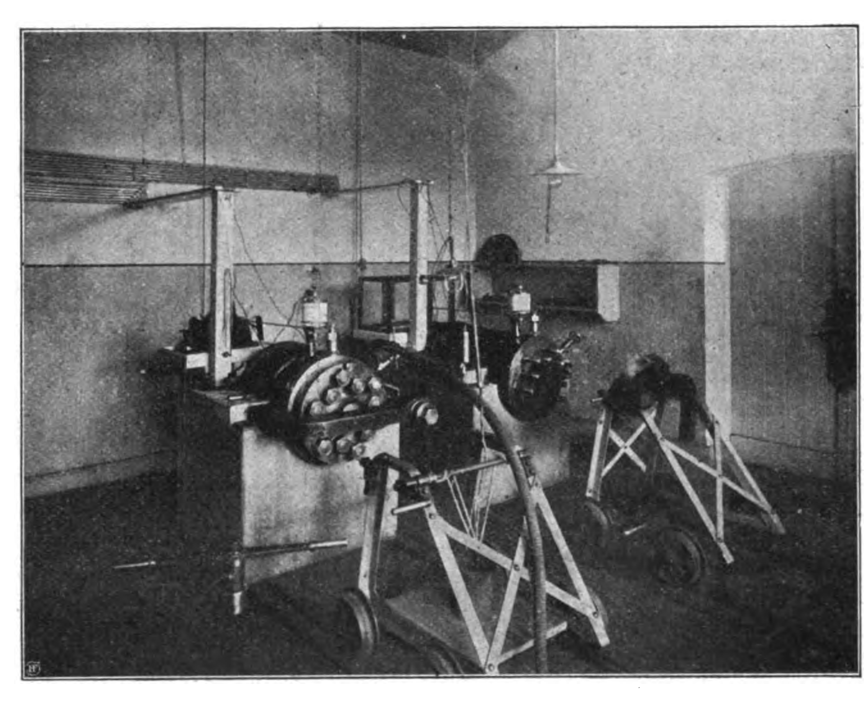


Fig. 2.
Druckmesser, geschlossen und geöffnet.

2819

100 gr. Gelatinedynamit
Spreng-Kapsel No. 8 (= 200 mg. Ladung)
Kammer-Vol. = 15 Liter
Oberflaeche d. Kammer = 3600 q.ctm.
Umf.-Geschw. d. Schreibtr. = m. p. Sec.
Kolben 1 : 25
Feder zu 6 Kg.
94 mm. = 1 Kg. p. q. ctm.
Barometer: mm.
Vacuum bis auf 20 mm.
Indicator No. 4966
Viscositaet d. Schmieröls

Sprengstoff A.-G. Carbonit

Dr. Mettegang

FEB. 1902

Fig. 3.

Versuche diese Annahme eine Prüfung erführe, weil dadurch das Verhalten der Gase bei höheren Temperaturen und Drucken in einer auch für viele andere Aufgaben förderlichen Weise aufgeklärt würde.

Die für verschiedene Stoffe gewonnenen Druckzahlen (Reihe 7b u. 7c) weichen, in ihrem gegenseitigen Verhältnisse betrachtet, nicht weit ab von den Vorstellungen, welche man aus der Praxis über die Wirkungen dieser Sprengstoffe sich gebildet hat. So z. B. kommt dem Guhrdynamit ein viermal so grosser Wert wie dem Sprengpulver zu, der Sprenggelatine ein sechsmal so grosser Wert.

Es mag an dieser Stelle auch auf eine Beziehung der in Reihe 7b enthaltenen Zahlen mit den von *Sarrau*[1]) für verschiedene Sprengstoffe ermittelten Druckgrössen hingewiesen werden. Es stimmen nämlich die von *Sarrau* für die Anfangsdrucke angegebenen Grössen dann recht gut mit den durch Messungen mit dem Druckmesser ermittelten überein, wenn man das Covolumen (α) der *Sarrau*schen Formel:

$$p = \frac{f\triangle}{1 - \alpha\triangle} \quad {}^{2)}$$

recht klein annimmt oder vernachlässigt.

Der oben beschriebene Druckmesser gestattet aber nicht nur die Messung der bei Beginn der Explosion auftretenden Höchstdrucke, sondern er ermöglicht auch leicht eine Bestimmung der von einer bestimmten Sprengstoffmasse erzeugten Gasmengen. Lässt man nämlich in der Bombe des Druckmessers die Sprenggase sich abkühlen, so zeigt das Manometer immer kleinere Werte und der endlich erreichte Mindestwert des Druckes p_m entspricht dem Volumen v_o, welches die Gase bei vollständiger Abkühlung auf die Zimmertemperatur einnehmen würden, wenn sie sich unter Atmosphärendruck frei ausbreiten könnten. Es ist nämlich auf Zimmertemperatur und den Druck von einer Atmosphäre berechnet:

$$v_o = \frac{v_d \cdot p_m}{1{,}033}$$

wenn v_d den Hohlraum des Druckmessers und p_m den bei Zimmertemperatur nach Abkühlung der Gase abgelesenen

[1]) *E. Sarrau*, Mémorial des Poudres et Salpêtres 1894, S. 148 ff.

[2]) In dieser Formel bedeutet:

$f = \frac{p_o \, v_o \, T}{237}$ = Kraft (force) des Sprengstoffes;

$\triangle$ = 1 = Ladedichte;

p_o = 1,033 kg/qcm = 1 Atmosphäre;

v_o = Volumen der von 1 kg Sprengstoff während der Explosion gebildeten Gase;

T = höchste bei der Umsetzung erzielte Temperatur.

sogenannten „kalten“ Druck bezeichnet. Denn da jetzt der Einfluss der Temperatur ausgeschieden ist, kann man mit voller Berechtigung das einfache *Boyle*sche Gesetz anwenden. Berücksichtigt muss hierbei allerdings werden, dass manche

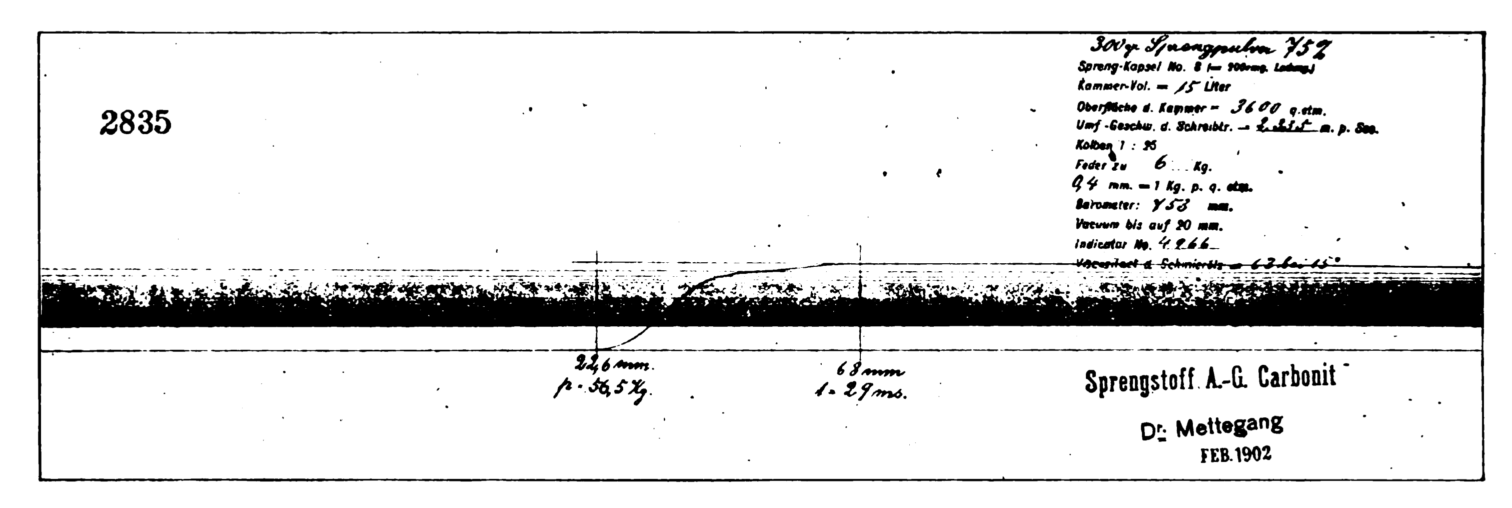


Fig. 4.

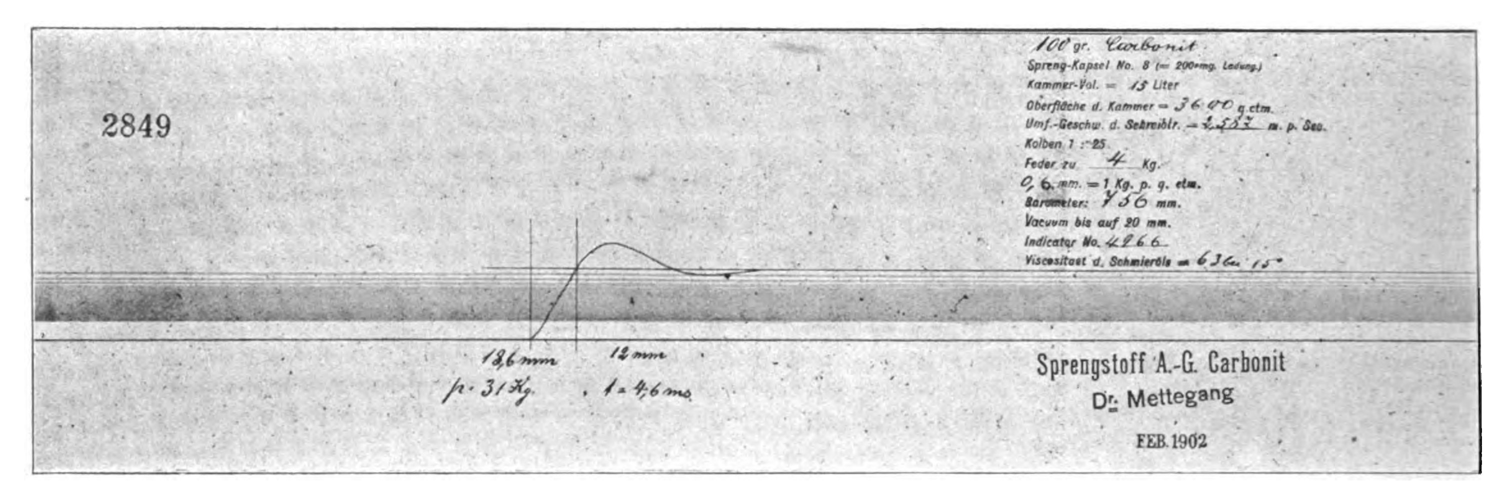


Fig. 5.

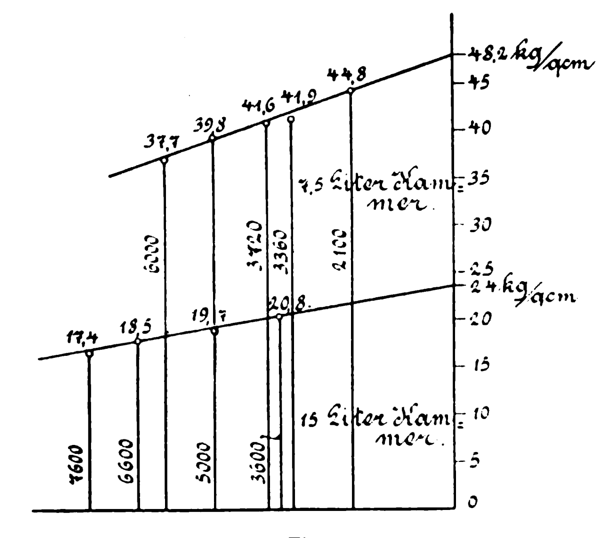


Fig. 6.

Graphische Darstellung der Drucke von 50 g Guhrdynamit in der 7,5 l- und 15 l-Kammer bei verschiedenen inneren Oberflächen.[1])

[1]) Es möge darauf hingewiesen sein, dass die beiden Ausgleichslinien, nach links verlängert, sich auf der horizontalen Nullinie des Diagramms schneiden; es lassen sich danach die reduzierten Druckgrössen schon aus einer einzelnen Druckmessung bei beliebigem Volumen und beliebiger innerer Oberfläche des Explosionsraumes auf zeichnerischem Wege leicht ermitteln.

Produkte des Endzustandes, wie z. B. das gebildete Wasser und die gebildeten Bikarbonate im Augenblicke der Explosion in der schliesslich auftretenden Form nicht vorhanden gewesen sein können. Es muss vielmehr das Wasser in Gasform auftreten und an Stelle der Bikarbonate müssen Karbonate vorhanden gewesen sein; dadurch ist das wirklich nach Abkühlung gefundene Volumen noch um die entsprechenden Beträge an gasförmigem Wasser und der erst später durch die Bikarbonate gebundenen Kohlensäure zu vermehren. Auf diese Weise sind für je 1 kg Sprengstoff die Zahlen der Reihe 8a und für die im Raume eines Liters unterzubringende Masse des betreffenden Sprengstoffes die Zahlen der Reihe 8b berechnet.

Die letzteren Zahlen sind die von *Berthelot* als „charakteristische“ bezeichneten; und in der Tat kennzeichnen sie, nur noch abgesehen von den thermischen Verhältnissen, die aus dem plötzlichen Auftreten der Gasmengen sich herleitende Fähigkeit eines Sprengstoffes, den Druck auf die Oberfläche des von ihm eingenommenen Raumes plötzlich ganz gewaltig zu erhöhen.

Der Schlebuscher Explosionsdruckmesser hat sich schon bei den vorliegenden Untersuchungen als ein sehr brauchbarer Apparat bewährt; es wäre zu wünschen, dass die mit ihm vorgenommenen Arbeiten auch auf die explosiblen Gasgemische und auf grössere Ladedichten ausgedehnt würden, weil beides für die Theorie der eigentlichen Explosionsvorgänge von erheblichem Werte sein würde. (Schluss folgt.)

Analytisch-graphisches Verfahren zur Bestimmung der Durchbiegung zwei- und dreifach gestützter Träger.

Von Dr.-Ing. **Max Kloss.**

(Fortsetzung von S. 216 d. Bd.)

B. Der Träger mit verschiedenem Querschnitt.

I. Der zweifach gestützte Träger.

Wir haben bis jetzt immer angenommen, dass der Träger auf seiner ganzen Länge den gleichen Querschnitt habe. Diese Annahme trifft jedoch in der Praxis sehr oft nicht zu. Gerade Maschinenwellen, um deren Untersuchung es sich ja in der vorliegenden Arbeit in erster Linie handelt, werden oft in den Lagern abgesetzt, so dass sie in diesen Teilen ein geringeres Trägheitsmoment haben, als in der Mitte, wo der Rotor oder das Schwungrad sitzt. Das hat natürlich mehr oder weniger Einfluss auf die Gestalt der elastischen Linie. Wir werden im folgenden auch für diesen scheinbar komplizierten Fall höchst einfache Konstruktionen zur Bestimmung der elastischen Linie finden.

Aus den früher abgeleiteten Gleichungen ergibt sich, dass sowohl die Durchbiegungen als auch die Aufbiegungen und die Tangentenabschnitte sämtlich dem Trägheitsmoment J umgekehrt proportional sind. Kennen wir daher die Durchbiegungskurve eines Trägers für ein bestimmtes Trägheitsmoment J_1, so erhält man für ein beliebiges anderes Trägheitsmoment J_2 die Durchbiegungskurve einfach durch proportionale Vergrösserung des ganzen Diagramms in der Richtung der Ordinatenachse im Verhältnis $\frac{J_1}{J_2}$ unter Beibehaltung der Abszissen.

Die zu gleichen Abszissen x gehörigen Tangenten an die Durchbiegungskurven zweier gleichbelasteter Träger von verschiedenem Trägheitsmoment wollen wir als *ähnliche Tangenten* bezeichnen (Fig. 14). Dann gilt folgender Satz:

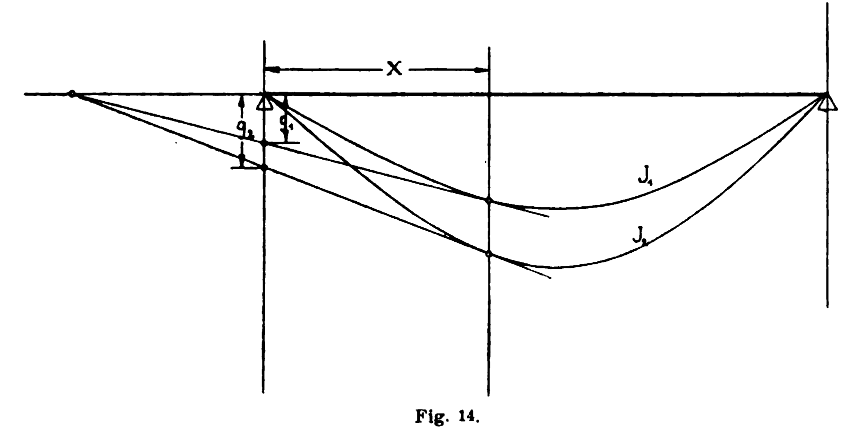


Fig. 14.

Satz 8. *Aehnliche Tangenten schneiden sich auf der Lagerverbindungslinie. Ihre Abschnitte auf der zugehörigen Lagervertikalen verhalten sich umgekehrt wie die entsprechenden Trägheitsmomente.*

Ferner hatten wir bereits folgende Sätze gefunden:

Satz 4. (*S. 148.*) *Verwandte Tangenten schneiden sich auf der zugehörigen Lagervertikalen.*

Satz 3. (*S. 147.*) *Ist bei einem Träger der eine Stützdruck gegeben, so ist für alle Punkte zwischen dem Lager und der Kraftachse die Aufbiegung und der Tangentenabschnitt unabhängig vom Horizontalabstande und vom Höhenunterschiede* $\triangle y$ *des andern Lagers.*

Satz 6. (*S. 149.*) *Für alle Punkte zwischen der Kraftachse und dem einen Lager sind die auf der andern Lagervertikalen gebildeten Tangentenabschnitte unabhängig vom Lagerhöhenunterschiede* $\triangle y_2$. *Die zugehörigen Tangenten sind verwandt.*

Für diese letzteren Tangenten wurde ferner auf S. 149 gezeigt, dass ihre Abschnitte bei gegebenem M und M_x unabhängig von den Grössen des jenseits von x liegenden Trägerabschnittes sind, also auch *unabhängig* davon, ob der Träger *jenseits von x das gleiche Trägheitsmoment hat wie diesseits oder ein anderes.*

Mit Hilfe dieser Beziehungen können wir nun die elastische Linie eines Trägers, der an beliebiger Stelle x abgesetzt ist (Fig. 15), in einfacher Weise aufzeichnen.

Das Trägheitsmoment auf der Strecke x sei $= J$, dasjenige im Abschnitt $l—x$ sei $= J'$, und zwar möge J' kleiner als J sein. Wäre das Trägheitsmoment auf der ganzen Länge des Trägers $= J$, so könnten wir nach den früher abgeleiteten Methoden die elastische Linie bestimmen (in Fig. 15 mit J bezeichnet), ebenso könnten wir die entsprechende Kurve bestimmen für den Fall, dass das Trägheitsmoment auf der ganzen Länge des Trägers $= J'$ wäre. Wir erhielten dann die mit J' bezeichnete Kurve (Fig. 15). Die beiden Kurven sind ähnlich, d. h. ihre Ordinaten sowie die Aufbiegungen und Tangentenabschnitte verhalten sich umgekehrt wie die Trägheitsmomente. Entsprechende Tangenten schneiden sich auf der Lagerverbindungslinie. Die wirkliche elastische Linie liegt nun zwischen den beiden eben erwähnten Kurven. Zur Konstruktion der wirklich auftretenden Kurve kommen wir durch folgende einfache Ueberlegung.

Wenn wir für den Angriffspunkt *5* der Kraft P nach früherem die Tangente *7/8* konstruiert haben, so wissen wir, dass wegen Beibehaltung des gleichen Trägheitsmomentes J auf der Strecke a auch für die resultierende Kurve die entsprechende, mit *7/8* verwandte Tangente durch Punkt *7* gehen muss. Ebenso können wir für Punkt *6*, in dem der Träger abgesetzt ist, die Tangente *9/10* an die Kurve für durchgehendes J konstruieren, dann ist auch die zur resultierenden Kurve gehörige, entsprechende Tangente mit *9/10* verwandt, weil ja bis zum Punkte *6* das Trägheitsmoment J beibehalten wird, d. h. die Tangente muss ebenfalls durch Punkt *9* gehen. Das ganze Kurvenstück auf der Strecke x ist somit verwandt mit dem entsprechenden Aste der Kurve für durchlaufendes J. Aus den gleichen Gründen ist das Reststück $(l—x)$ der resultierenden Kurve verwandt mit dem entsprechenden Aste der Kurve für durchlaufendes J'. Wenn wir also für den zur Abszisse x gehörigen Punkt *12* dieser Kurve die Tangente *12/13* konstruiert haben, die sich übrigens mit der ihr ähnlichen Tangente *9/10* im Punkte *11* auf der Lagerverbindungslinie schneiden muss, so ist die entsprechende Tangente der resultierenden Kurve mit *12/13* verwandt, weil für beide Kurvenäste das gleiche Trägheitsmoment J' besteht, d. h. sie muss ebenfalls durch Punkt *13* gehen. Da nun die resultierende elastische Linie im Punkte x keinen Knick haben kann, so muss die zum linken Kurvenaste gehörige Tangente zusammenfallen mit der zum rechten Aste gehörigen. Es muss also die Tangente der resultierenden Kurve für Punkt x sowohl durch Punkt *9* als auch durch Punkt *13* gehen. Damit ist aber diese Tangente eindeutig bestimmt, sie liefert uns auch sofort den zur Abszisse x gehörigen Punkt *14* der resultierenden Kurve.

Während wir für die Ableitung angenommen hatten, dass sowohl für durchlaufendes J als auch für J' die vollständigen elastischen Linien aufgezeichnet worden seien, ist dies für die Konstruktion durchaus nicht nötig. Es genügt vielmehr, wenn wir nur die Kurve für konstantes J aufzeichnen und die Tangente im Punkt *6* bestimmen. Hierbei

ist der Tangentenabschnitt auf der Lagervertikalen *2/2'* analog Gleichung (20.

$$g_{x_2} = M \frac{(l-x)^3}{3\,E\,J\,b}$$

Um nun den Abschnitt (*2/13*) für die Tangente der resultierenden elastischen Linie zu bestimmen, braucht man nur in beliebigem Masstabe die beiden Trägheitsmomente J und J' gleich (*2/15*) und (*2/16*) auf der Lagerverbindungslinie abzutragen und durch *15* die Parallele zu *10/16* zu ziehen, dann schneidet diese auf *2/2'* den gesuchten Punkt *13* ab. Oder noch einfacher: man bestimmt rechnerisch

$$(2/13) = g'_{x_2} = g_{x_2} \cdot \frac{J}{J'}$$

Durch die Tangente *9/13* ist nun aber auch der Punkt *14* der resultierenden elastischen Linie bestimmt. Da nun, wie wir sahen, *9/10* und *9/13* verwandte Tangenten sind in bezug auf den linken Kurvenast, so kann man sich den linken Teil der resultierenden Kurve dadurch entstanden denken, dass das Lager *2* um einen gewissen Betrag vertikal nach unten verschoben wird, sodass das ursprünglich für konstantes J und horizontale Lageranordnung gezeichnete Kurvenstück *1/5/6* in die resultierende Kurve *1/117/4* übergeht. Diese vertikale Lagerverschiebung ist aber gleich der Differenz der beiden Tangentenabschnitte

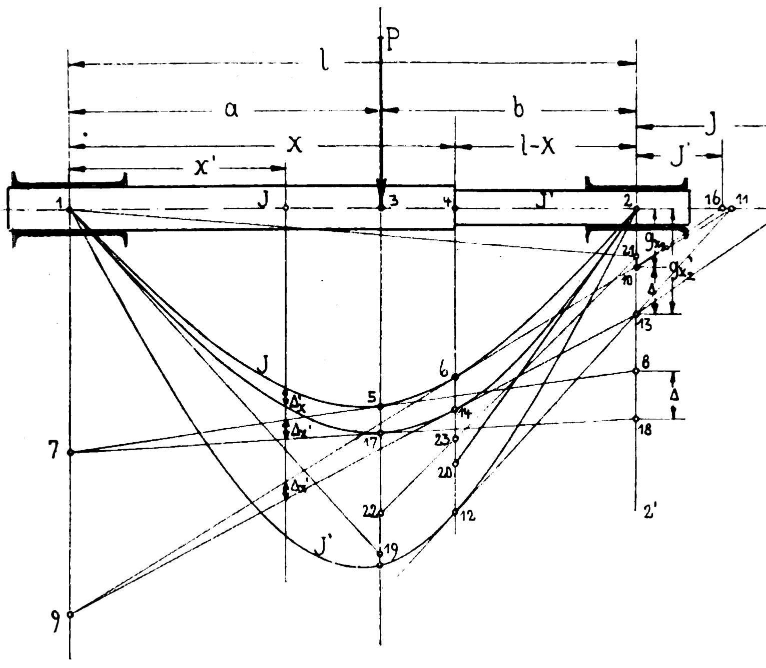


Fig. 15.

$$\triangle = g'_{x_2} - g_{x_2} = (10/13)$$

Hieraus folgt wieder, dass für einen beliebigen Punkt x' der Kurve die Ordinatendifferenz zwischen der resultierenden elastischen Linie und derjenigen für konstantes J gleich

$$\triangle_{x'} = \triangle \cdot \frac{x'}{l} \text{ (für } x' \leq x)$$

sein muss. Das gleiche gilt auch für die Tangenten. Nun ist aber $\triangle \cdot \frac{x'}{l}$ nichts anderes, als die zum Punkte x' gehörige Ordinatendifferenz zwischen den beiden verwandten Tangenten *9/10* und *9/13*. Wir finden somit aus der Kurve *1/5/6* die resultierende *1/17/14*, indem wir die Dreiecksfläche *9/6/14* auf die Kurve *1/5/6* auflegen, d. h. das Kurvendreieck *1/6/14/1* ist inhaltsgleich mit dem geradlinigen Dreieck *9/6/14*. Ebenso ist das Dreieck *7/8/18* inhaltsgleich mit *9/10/13*. Die Strecke (*8/18*) ist ebenfalls gleich der ideellen Lagerverschiebung

$$= \triangle = g'_{x_2} - g_{x_2} = (10/13)$$

Hieraus ergiebt sich eine sehr einfache Konstruktion der Durchbiegung im Angriffspunkte der Kraft P. Es ist dabei nicht erst nötig, die ganze Kurve für konstantes J aufzuzeichnen. Wir verfahren vielmehr folgendermassen:

Wir bestimmen (am besten rechnerisch)

$$f = (3/5) = \frac{P \cdot a^2\,b^2}{3\,E\,J\,l}$$

$$(1/7) = g_a = f\,\frac{a}{b}$$

$$(2/8) = g_b = f \cdot \frac{b}{a}$$

ferner

$$(2/10) = g_{x_2} = \frac{M\,(l-x)^3}{3\,E\,J\,b} = \frac{P \cdot a \cdot (l-x)^3}{3\,E\,J\,l}$$

$$g'_{x_2} = (2/13) = g_{x_2} \cdot \frac{J}{J'}$$

$$\triangle = (10/13) = g_{x_2}\left(\frac{J}{J'} - 1\right)$$

Nun tragen wir (*8/18*) $= \triangle$ ab und ziehen *7/18*. Dies ist die Tangente im gesuchten Kurvenpunkte. Sie liefert uns zugleich diesen Punkt *17* und damit die gesuchte Durchbiegung = (*3/17*).

Aber auch zur weiteren Aufzeichnung der resultierenden Kurve ist es nicht erforderlich (wie wir vorher zum besseren Verständnis der Konstruktionen annahmen), erst die Kurve für konstantes J aufzuzeichnen. Wenn wir, wie eben angegeben, die Punkte *7* und *17* gefunden haben, so konstruieren wir die Lagertangente *1/19*, indem wir die Aufbiegung (*17/19*) gleich dem halben zugehörigen Tangentenabschnitt, also $= \frac{1}{2} \cdot (1/7)$ machen. Kennen wir aber die Lagertangente, so können wir durch Bestimmung der Aufbiegung nach Gleichung (19. jeden beliebigen Kurvenpunkt finden. Für den rechten Kurvenast mit dem Trägheitsmoment J' können wir ebenfalls auf einfachste Weise die Lagertangente *2/20* konstruieren, indem wir die Aufbiegung (*14/20*) gleich dem halben zugehörigen Tangentenabschnitt, also $= \frac{1}{2} \cdot (2/13)$ machen.

Zu diesem Zwecke ist es also nur nötig, vorher den Punkt *14* zu bestimmen. Dies geschieht auf folgende Weise:

Wir tragen von *2* aus die ideelle Lagerverschiebung $\triangle = (2/21) = (10/13)$ ab und behandeln *14* als Punkt einer Kurve für konstantes J über *1/21* als Lagerverbindungslinie, d. h. wir bestimmen durch

$$(17/22) = \frac{M\,b^2}{6\,E\,J} = \frac{1}{2} \cdot (21/18)$$

den Punkt *22* und damit die ideelle Lagertangente *21/22*, die auf der zu x gehörigen Ordinate den Punkt *23* abschneidet. Nun tragen wir die Aufbiegung

$$(23/14) = (22/17) \cdot \left(\frac{l-x}{b}\right)^3$$

ab und finden damit den gesuchten Punkt *14*. Ist aber *14* und die Lagertangente *2/20* bekannt, so können wir auch jeden beliebigen Punkt des rechten Kurvenastes *14/2* durch Ermittelung seiner Aufbiegung nach Gleichung (19. bestimmen. Wir haben also das Problem, die resultierende elastische Linie eines an beliebiger Stelle abgesetzten Trägers zu bestimmen, vollständig und in einfachster Weise gelöst.

Die zuletzt beschriebene Konstruktion mit Hilfe der ideellen Lagerverschiebung lässt sich auch auf etwas andere Weise ausführen (Fig. 16), die in vielen Fällen sehr gut anzuwenden ist. Anstatt nämlich die Kurve für konstantes J unter Beibehaltung der wirklichen Lagerverbindungslinie zu verschieben und dadurch für den Trägerabschnitt mit dem Trägheitsmoment J den resultierenden Kurvenzweig zu be-

stimmen, können wir natürlich auch das Kurvenstück *1/5/6* (Fig. 15 u. 16) beibehalten und dafür die Lagerverbindungslinie um den entsprechenden Betrag verschieben. Diese einfache Konstruktion ist in Fig. 16 ausgeführt. Wir bestimmen zunächst wieder nach den bereits hinreichend oft erwähnten Methoden die Punkte *5, 7, 8, 9* und *10* für konstantes J.

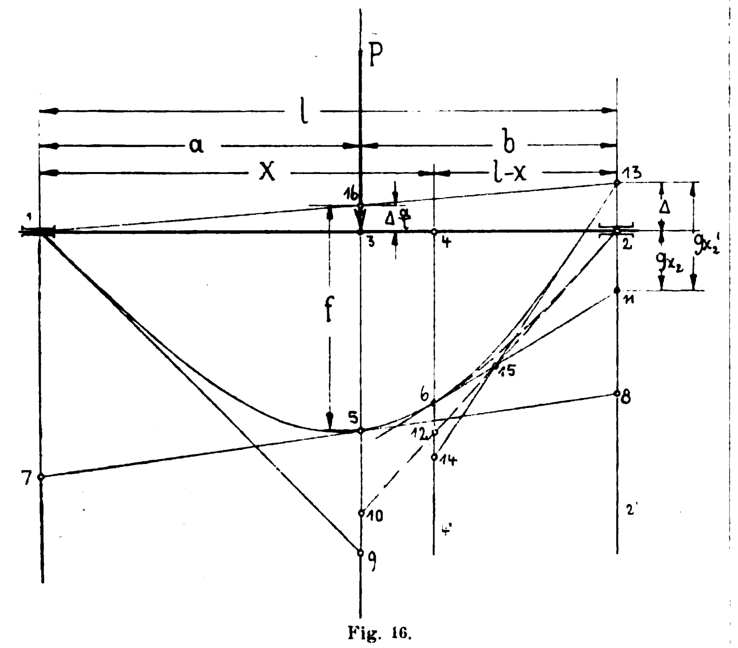


Fig. 16.

Zwischenpunkte zwischen *5* und *1* können ebenfalls nebst ihren Tangenten bestimmt werden. Ferner bestimmen wir den Punkt *6*, in dem die Welle abgesetzt ist, sowie die zugehörige Tangente *6/11*. Der Tangentenabschnitt

$$(2/11) \text{ ist } = g_{x_2} = \frac{M\,(l-x)^3}{3\,E\,J\,b}$$

Der weitere Verlauf der elastischen Linie für konstantes J ist durch die gestrichelte Linie angedeutet. Wir bestimmen nun den Kurvenast für das Trägheitsmoment J', indem wir uns denken, dass der Ast *1/5/6* in seiner Lage bleibt, während infolge des auf dem rechten Abschnitte vorhandenen geringeren Trägheitsmomentes J' der Endpunkt des Trägers unter dem Einflusse des Stützdruckes sich weiter durchbiegt, also von *2* nach *13* wandert. Diese ideelle Lagerverschiebung (*2/13*) ist nun nach der obigen Ableitung

$$(2/13) = \triangle = g'_{x_2} - g_{x_2}$$

Wir brauchen also nur

$$(11/13) = g'_{x_2} = g_{x_2} \cdot \frac{J}{J'}$$

abzutragen. Machen wir dann

$$(6/14) = \frac{1}{2} \cdot (11/13) = \frac{1}{2} \cdot g'_{x_2}$$

so ist *14/13* die Lagertangente für den rechten Ast unserer resultierenden elastischen Linie. Hierbei kann übrigens als Kontrolle für gutes Zeichnen dienen, dass die drei Geraden *6/11*, *2/12* und *13/14* sich in einem Punkte *15* schneiden müssen, weil die von ihnen auf den Vertikalen *4/4'* und *2/2'* gebildeten Abschnitte einander proportional sind. Mit Hilfe der Lagertangente *13/14* kann dann auch jeder beliebige Kurvenpunkt zwischen *6* und *2* nebst Tangente ermittelt werden. Die Ordinaten der resultierenden elastischen Linie sind jedoch nicht von der Lagerverbindungslinie *1/2* aus zu messen, sondern vielmehr von der ideellen Lagerverbindungslinie *1/13* aus. Die Durchbiegung im Angriffspunkte der Kraft P ist also $f = (16/5)$.

Das eben geschilderte Verfahren empfiehlt sich besonders dann, wenn der Träger mehrfach abgesetzt ist.

Es mag hier noch der Hinweis Platz finden, dass die Richtigkeit der oben angegebenen Konstruktionen sich auch mit Hilfe des Satzes nachweisen lässt, dass die Arbeit der äusseren Kräfte gleich der inneren Formänderungsarbeit ist. Der Beweis findet sich in der oben erwähnten Abhandlung des Verfassers. Ausführlich durchgeführtes Anwendungsbeispiel siehe ebendaselbst.

Um unnötigen Zeitaufwand zu vermeiden, ist es wünschenswert aus den Abmessungen der Welle sofort überschlagen zu können, ob es nötig ist, das Absetzen der Welle in den Lagern zu berücksichtigen oder ob man dies vernachlässigen kann, ohne einen zu grossen Fehler zu begehen. Ausserdem ist es auch wünschenswert, die Durchbiegung im Angriffspunkt der Kraft P rasch ermitteln zu können, ohne erst die ganze elastische Linie konstruieren zu müssen.

Beiden Zwecken dienen die Tabellen 1 und 2 in Fig. 18. Die Bedeutung der angegebenen Werte ergiebt sich aus Fig. 17. Es ist angenommen, dass die Durchmesser beider Lagerzapfen gleich gross seien und dass auch die Strecken x auf beiden Seiten gleich seien. Für durchgehend gleichstarke Welle von d ϕ wäre

$$f = \frac{M\,a\,b}{3\,E\,J}$$

Aus der Konstruktion folgt, dass die Zunahme der Durchbiegung infolge des linksseitigen Absetzens der Welle

$$\triangle f_a = \frac{M x^3}{3 E J a} \cdot \left(\frac{J}{J_x} - 1\right) \cdot \frac{b}{l} = \frac{M l^2 \cdot b}{3\,E J \cdot a} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^3 \cdot \left(\frac{J}{J_x} - 1\right) \text{ ist.}$$

Also

$$\frac{\triangle f_a}{f} = \frac{l^2}{a^2} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^3 \cdot \left(\frac{J}{J_x} - 1\right) \qquad (58.$$

Da der Ausdruck

$$\left(\frac{x}{l}\right)^3 \cdot \left(\frac{J}{J_x} - 1\right)$$

auch in den späteren Untersuchungen über dreifach gelagerte Wellen eine Rolle spielt, wollen wir ihn der Kürze halber mit λ bezeichnen. Ferner setzen wir

$$\frac{a}{l} = \alpha \qquad (59.$$

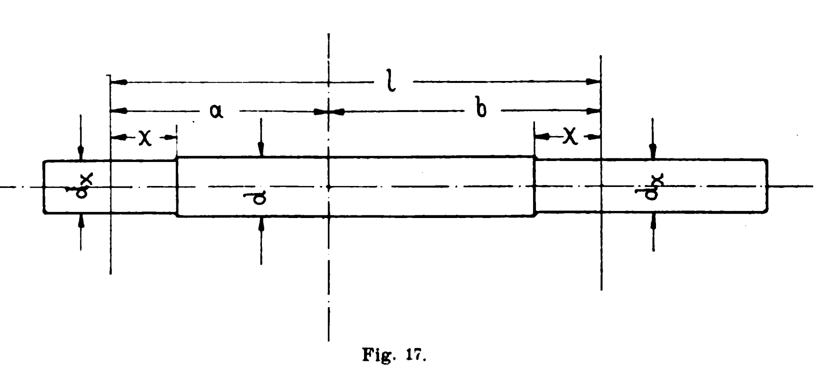


Fig. 17.

Dann ist

$$\frac{\triangle f_a}{f} = \frac{1}{\alpha^2} \cdot \lambda \qquad (60.$$

oder in Prozenten

$$\frac{\triangle f_a}{f} = 100\,\lambda \cdot \frac{1}{\alpha^2}\,\% \qquad (61.$$

Die Werte von 100 λ sind nun in Tabelle 1 in Fig. 18 zusammengestellt für verschiedene Werte von

$$\frac{x}{l} \text{ und } \frac{J}{J_x}$$

Es lässt sich also mit Hilfe dieser Tabelle sofort die prozentuale Zunahme der Durchbiegung infolge des linksseitigen Absetzens der Welle nach Gleichung (61. ermitteln.

Entsprechend ist für das rechtsseitige Absetzen der Welle in Prozenten

$$\frac{\triangle f_b}{f} = 100\,\lambda \,.\, \frac{l^2}{b^2} = 100\,\lambda \,.\, \frac{1}{(1-\alpha)^2}\,\% \qquad (62.$$

Unter den in Fig. 17 gemachten Voraussetzungen ist für beide Wellenenden λ das gleiche, also ist die gesamte prozentuale Zunahme der Durchbiegung infolge beiderseitig symmetrischen Absetzens der Welle

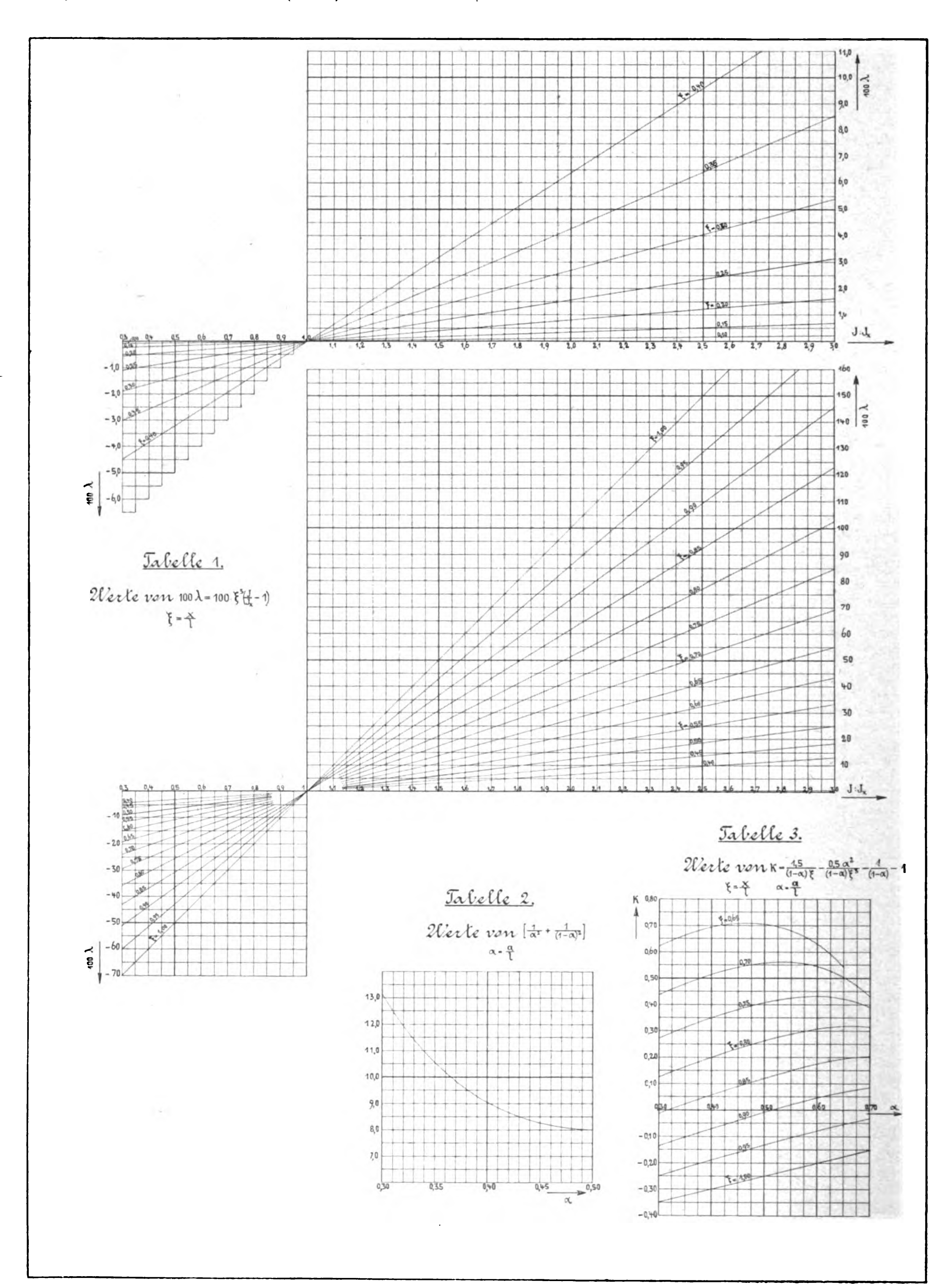


Fig. 18.

$$\frac{\triangle f}{f} = 100 \cdot \lambda \cdot \left[\frac{1}{a^2} + \frac{1}{(1-a)^2}\right] \% \qquad (63.$$

In Tabelle 2 in Fig. 18 sind die Werte von

$$\left[\frac{1}{a^2} + \frac{1}{(1-a)^2}\right]$$

für verschiedene Werte von a zusammengestellt. Es finden sich hierbei nur Werte von $a \overline{\overline{<}} 0{,}5$. Sollte $a > 0{,}5$ sein, so sucht man den zu $1 - a$ gehörigen Wert in der Tabelle auf, da beide Werte identisch sind.

Als Beispiel für die Anwendung der Tabelle 2 in Fig. 18 nehmen wir eine Welle an, bei der die beiden Lagerzapfen gleichmässig abgesetzt sind, und zwar möge

$$\frac{J}{J_x} = 1{,}69 \text{ und } \xi = \frac{x}{l} = 0{,}16$$

sein. Ferner sei $a = 0{,}42$. Aus Tabelle 1 entnehmen wir $100\,\lambda = 0{,}28$ und aus Tabelle 2

$$\left[\frac{1}{a^2} + \frac{1}{(1-a)^2}\right] = 8{,}64$$

Wir erhalten somit für den vorliegenden Fall eine prozentuale Zunahme der Durchbiegung von

$$p = 0{,}28 \cdot 8{,}64 = 2{,}4\ \%$$

Die wirklich auftretende Durchbiegung ist dann

$$f = 1{,}024 \cdot \frac{M\,a\,b}{3\,E\,J}$$

Da die eben gewählten Verhältnisse ungefähren Mittelwerten, wie sie in der Praxis oft vorkommen, entsprechen, sehen wir, dass das Absetzen der Welle in den Lagern meist nur geringen Einfluss auf die Durchbiegung hat. Wir könnten hier ruhig diesen Einfluss vernachlässigen, da der Unt rschied noch innerhalb der Fehlergrenze liegt, die bei Ermittlung des Gewichtes und des magnetischen Zuges auftritt.

(Schluss folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Der Brand im grossen Elektrizitätswerke an den Niagarafällen.

Am 29. Januar l. J. wurde ein Teil der grossen Elektrizitätswerke der *Niagara Falls Power Company* an den Niagarafällen durch Brand zerstört. Dieser Brand wurde seitens der Tageszeitungen vielfach zu einem Angriffe gegen die grossen Elektrizitätswerke benützt, um deren Allgemeingefährlichkeit nachzuweisen und wieder Beunruhigung unter den mit derartigen Einrichtungen nicht Vertrauten zu erregen. Besonders wurde dieser Brand zum Anlass genommen, die Feuergefährlichkeit elektrischer Anlagen hervorzuheben.

Nachdem zuverlässige Berichte über die Ursache, den Verlauf und den Schaden dieses Brandes eingelaufen sind, dürfte es wohl allgemein interessieren, über diesen Brand und dessen Entstehung näheres zu erfahren. Die Ursache des Brandes war ein Blitzschlag, der am 29. Januar 10 Uhr 45 Minuten nachts in die Brücke einschlug, welche das Kraftwerk No. I der bereits erwähnten Company mit der Transformatorstation verband.

Infolge dieses Blitzschlages trat in einer der Kabelleitungen, welche innerhalb der Brücke verlegt sind, Kurzschluss ein, wodurch das Kabel in Brand geriet. Das auf diese Weise entstandene Feuer brachte nun einen bedeutenden Schaden, dessen Wirkungen namentlich dadurch so empfindlich wurden, dass die Elektrizitätsversorgung der mit diesem Elektrizitätswerk in Verbindung stehenden elektrischen Licht-, Strassenbahn- und Fabriksanlagen unterbunden wurde.

Dieser Unfall, welcher nicht durch die elektrische Einrichtung, sondern durch einen ausser der menschlichen Beeinflussung stehenden mächtigen Faktor hervorgerufen wurde, zeigte jedoch erfreulicherweise, wie schnell sich derartige Schäden, bei geschickter Vorsorge seitens der Unternehmung beheben lassen.

Die Brücke, auf welcher das Feuer ausbrach, zieht sich über den Einlasskanal hin und besteht aus drei Steinpfeilern mit vier Bögen. Sie war durch ein Schieferdach abgedeckt. Ob das Dachgerüste aus Holz bestand, lässt sich aus den vorliegenden Berichten nicht entnehmen, doch ist dies als sehr wahrscheinlich zu betrachten. Unterhalb des Daches der Brücke liefen in mehreren Reihen an Trägern befestigt, 52 Kabel von ungefähr 1000000 cm Kapazität, entsprechend einer Leistungsfähigkeit von 50000 PS. Sie verbanden die Kraftstation mit der Transformatorenstation und waren für jenen Teil der Anlage bestimmt, welcher Buffalo und die in dieser Richtung gelegenen Mieter mit elektrischer Energie versorgte. Das Werk war im vollen Betriebe, als sich der Blitzschlag ereignete. Das Feuer wurde unmittelbar entdeckt, der Betrieb sofort eingestellt und seitens der Beschäftigten alle Vorkehrungen getroffen, um das Feuer zu bekämpfen, wobei auch die städtische Feuerwehr sofort eingriff. Trotzdem die Konstruktion der Brücke der schnellen Ausbreitung des Feuers nicht sehr günstig war, verbreitete es sich, an dem Isoliermaterial der Kabel reiche Nahrung findend, sehr rasch und ergriff binnen kurzem die Transformatorenstation. Sowohl hier, als auch auf der Brücke wurde das Feuer von der Feuerwehr energisch bekämpft, sodass es gelang, der Weiterverbreitung desselben Einhalt zu tun und auch die Transformatorenstation zu retten. Nach Löschen des Feuers zeigte sich, dass alle Kabel in der Brücke vollständig zerstört, dass Innere der Brücke und dessen Dach vollkommen ausgebrannt und in der Transformatorenstation sowohl das Innere, als auch das Dach stark beschädigt waren.

Während des Feuers wurde auch der Betrieb des zweiten Kraftwerkes eingestellt. Infolgedessen musste auch ein Teil der in der Nähe der Anlage befindlichen elektrischen Betriebe unterbrochen werden, namentlich die Strassenbahn an den Fällen, sowie die elektrische Beleuchtung in der Vorstadt Echota.

Eine Stunde nach Erlöschen des Feuers konnten diese Betriebe indessen bereits wieder aufgenommen werden, indem der Strom nach Vornahme der entsprechenden Umschaltungen, von den in dem Kraftwerke I befindlichen rotierenden Umformern, die unversehrt geblieben waren, entnommen wurde.

Alle übrigen Betriebe hingen jedoch von der raschen Wiederherstellung der in der Brücke befindlichen Kabel ab. Schon während des Feuers wurde eine Reihe der hierzu notwendigen Vorkehrungen getroffen und nach Bewältigung des Brandes alle verfügbare Mannschaft aufgeboten, um die Schäden so rasch als möglich zu beheben. Da eine Reihe von Kabeln, die als Reserve dienten, zur Hand waren und andere Kabel, welche für das zweite Krafthaus bestimmt waren, ebenso wie Kabel der *General Elektric Company* verwendet werden konnten, so wurde mit aller Energie an die Wiederherstellung der Verbindungen geschritten. Die notwendigsten vorläufigen Reparaturen an dem Dache der Brücke und der Transformatorenstation wurden sofort durchgeführt, die von dem Feuer stammenden Trümmer wurden beseitigt und sodann zum Neulegen der Kabel geschritten. Viele der in der Transformatorenstation aufgestellten Maschinen waren unter den gewaltigen Wassermengen aus den Löschgeräten unbrauchbar geworden. Ein Teil derselben erwies sich jedoch als brauchbar und wurden daher sofort die erforderlichen Verbindungen hergestellt, namentlich um die Versorgung von Buffalo mit Strom baldmöglichst wieder aufnehmen zu können. Diese schwierige Arbeit war bereits Freitag Mittag, also kaum nach 12 Stunden beendigt und hätten bereits um diese Zeit Buffalo mit Elektrizität versorgt werden können, wenn nicht neuerlich ein Kurzschluss aufgetreten wäre, dessen Auffindung und Behebung mehrere kostbare Stunden erforderte. Trotzdem konnten schon um $^1/_2$4 Uhr nachmittags 10000 PS nach Buffalo übertragen werden. Dies war für die allgemeine Beleuchtung und den Betrieb der Strassenbahnen ausreichend. Nunmehr wurden die anderen Stromabnehmer der Reihenfolge nach angeschlossen und konnte Sonnabend Abend bereits die Mehrzahl derselben mit Kraft versorgt werden.

Die von der Kraftstation mit 50000 elektrischen PS versorgten Betriebe waren mangels einer ausreichenden Reserve gezwungen, während der Dauer der Störung stille zu stehen.

Nur die *Internationale Eisenbahnkompagnie* in Buffalo besass eine Akkumulatorenbatterie von ausreichender Stärke, um ihren Betrieb in der Nacht vom Donnerstag auf Freitag in eingeschränktem Masse aufrecht zu erhalten. Für den Tagesbetrieb wurde die als Reserve vorgesehene Dampfanlage in Betrieb gesetzt, doch erwies sich diese Betriebskraft nicht ausreichend, um den vollen Betrieb

aufrecht zu erhalten. Der Betrieb für die in unmittelbarer Umgebung der Kraftzentrale befindlichen Anlagen konnte von der Kraftstation II bereits am Freitag voll versorgt werden.

Berücksichtigt man den Umfang des durch das Feuer verursachten Schadens und die Schnelligkeit, mit welcher der Betrieb wieder voll aufgenommen werden konnte, so muss man dies insbesondere mit Bezug auf die Mächtigkeit der in Verwendung gelangenden Kabel als eine geradezu bewundernswürdige Leistung ansehen, die eben nur dadurch ermöglicht werden konnte, dass ein so äusserst reichlicher Vorrat an Reserven vorgesehen war.

A. P.

Einwirkung eines minimalen Vanadin-Zusatzes auf Flussmetall.

Auszügl. aus „American Manufacturer and Iron World“ 1902, S. 667.

Infolge Vereinfachung des Herstellungs- und Reinigungsverfahrens ist in neuester Zeit der Preis des Vanadin-Metalles f. d. Kilogramm bis auf nahezu 100 M. gesunken und diesem schätzbaren Metalle ein grosses Feld der Benutzung eröffnet worden, insbesonders in der Erzeugung hochwertiger Sorten Marinematerial und der Werkzeugstahle.

Man hat sich in letzter Zeit aufs eifrigste damit beschäftigt, durch Zusatz von Vanadinmetall die Qualität des Stahls zu erhöhen, wobei man von der grossen Verwandschaft jenes Metalls mit dem Sauerstoff ausging, der es zu verdanken ist, dass in schnellster Weise selbst mit einem minimalen Zusatze davon jegliche Spur von Eisenoxydul aus einem Eisenblock auszureduzieren ist.

Versuche in dieser Beziehung haben ergeben, dass durch Zusatz von 0,3 bis 0,5 v. H. Vanadin die Widerstandskraft von Eisen bezw. Stahl gegen Schlag, Druck und Zerreissen um 100 v. H. vergrössert wird. Als nicht minder wichtig tritt dabei als Wirkung des Vanadinmetalles hervor: die Härte des Stahls sehr erheblich zu erhöhen, die auch dann nicht wieder abnimmt, wenn der Stahl auf Rotglut erhitzt wird. *Die Härte des Vanadinstahls ist nicht das Produkt des gewöhnlichen Härtungsverfahrens, sondern lediglich einer Erhitzung desselben auf 700 bis 800° C. und darüber nebst darauf folgender langsamer Abkühlung.* Dieser Vorgang bei Vanadinstahl kann eine ganz besondere Bedeutung bei der Verwendung von Kriegsmaterial erhalten, indem man aus Vanadinstahl *höchst widerstandsfähige Panzerplatten für Kriegsschiffe in bedeutend geringerer Materialstärke* gegen die bisher verwendeten herzustellen vermag. In ganz gleicher Weise, wie hier angedeutet, kann auch das *Durchschlagsvermögen der Stahlgeschosse durch passenden Vanadinmetallzusatz sehr wesentlich verstärkt werden.* Auch in seiner Qualität als Werkzeugstahl wird Vanadinstahl beim Gebrauche nicht geschädigt durch während der Arbeit nötig gewordene und gegebene Erhitzung auf Rotglut. *Dr. Leo.*

Eine eigenartige Verwendung des Gasteers

sucht nach einer Mitteilung im „*The scientific American*“ Vol. LXV No. 1398 der Distriktsingenieur von Lugo, bei Ravenna in Italien, *G. Rimini* in die Wege zu leiten. Wohl veranlasst durch die in Amerika gemachten Versuche, die Strassen durch Behandeln mit Rohpetroleum staub- und schmutzfrei zu machen, benutzte er den Gasteer zu diesem Behufe. — Er stellte die Versuche an zwei Stellen der Chaussee seines Distriktes an, an denen der Verkehr ein besonders lebhafter ist und fand, dass die Ergebnisse die Erwartungen in jeder Hinsicht übertrafen. Die mit dem Teer behandelten Strecken bedeckten sich bald mit einer harten, fest zusammengebackenen Schicht, die es nur mit Mühe zu durchbohren gelingt. Dieselbe ist völlig staubfrei und das Regenwasser fliesst von ihr ab, ohne eindringen zu können, sodass natürlich auch kein Schmutz gebildet werden kann. Die Farbe des Bodens gleicht der eines recht dunklen Sandes. — Es bedarf selbstverständlich noch weiter ausgedehnter Versuche, sowohl was Länge der Strassen als auch der Zeit anbelangt — die erwähnten Versuche erstrecken sich auf ca. 1000 m und die Dauer eines Jahres — ehe eine endgiltige Entscheidung über die allgemeine Anwendbarkeit dieses interessanten Verfahrens gefällt werden kann; zudem müsste wohl auch erst die Kostenfrage in befriedigender Weise gelöst werden.

Dr. Hgr.

Bücherschau.

Der Turbinenbau auf der Weltausstellung in Paris 1900. Von *E. Reichel*, Professor a. d. Techn. Hochschule in Charlottenburg. Berlin 1902. Jul. Springer.

Der vorliegende Bericht giebt nicht nur ein umfassendes Bild der in Paris ausgestellten Turbinen und Turbinenregulatoren, mit Ausnahme der französischen Abteilung, welche nur gestreift wird, sondern stellt sich auch als eine wertvolle Abhandlung über die Entwicklung und den Stand des heutigen Turbinenbaus dar. Der Verfasser erreicht dies dadurch, dass er dem eigentlichen Bericht einen ziemlich ausführlichen allgemeinen Teil vorausschickt und sich dann nicht auf die ausgestellten Motoren beschränkt, sondern auch weitere in den Rahmen der Abhandlung passende und von den ausstellenden Firmen erbaute Turbinen zur Besprechung bringt. Besonders gewinnt der Bericht auch dadurch an Wert, dass einige Turbinen im Zusammenhang mit der ganzen Anlage, mit den Wasserbauten, der Wasserfassung, der Zu- und Abführung des Wassers zum Teil in allen Details behandelt sind, so die Anlage Jajce in Bosnien, die Elektrizitätswerke Innsbruck, Sant Mortier in Südfrankreich und Kubel bei St. Gallen. Es ist sehr zu wünschen, dass die Berichterstattung über Turbinen so weit als möglich diesem Beispiel folgt und auch die Wasserbauten, die häufig den schwierigeren und meistens auch weitaus kostspieligeren Teil der ganzen Anlage bilden, mit in die Besprechung hereinzieht.

Nach einer Einleitung, welche die Förderung der Wasserkraftanlagen durch die Möglichkeit der elektrischen Fernleitung der Energie zum Inhalt hat, bespricht der Verfasser im allgemeinen Teil zuerst die geschichtliche Entwicklung des europäischen und amerikanischen Turbinenbaus und deren gegenseitige Beeinflussung, die sich in neuerer Zeit immer mehr geltend macht. Die amerikanische Marktware versagt bei besonderen Verhältnissen, bei denen dann der europäische Turbinenkonstrukteur zu Hilfe gerufen wird (Niagara, Wasserwerk von East-Jersey). Europa nimmt die amerikanischen schnelllaufenden Voll-Turbinen, sowie die Pelton-Räder in ihre Fabrikate auf, teilweis direkt nach amerikanischen Modellen (Frankreich) teils nach den diesseitigen Erfahrungen und wissenschaftlichen Grundsätzen verbessert (Italien, Schweiz, Deutschland).

Es wird hierauf im Bericht die Entwicklung des Turbinenbaues in den einzelnen Ländern und dessen Abhängigkeit und Förderung durch das Vorhandensein von Wasserkräften und den Stand der heimischen Industrie erörtert.

Dem Verzeichnis der ausstellenden Länder und der Firmen folgt noch eine allgemein gehaltene Abhandlung über die wichtige Frage der Geschwindigkeits- und Druckregulierung bei Turbinen, worauf in die eigentliche Beschreibung der einzelnen Turbinen und Regulatoren nach Ländern gruppiert eingetreten wird. Bei manchen Konstruktionen hätte ich etwas mehr Kritik gewünscht, so wäre verschiedene Male auf die unvorteilhafte Führung des Wassers nach dessen Austritt aus dem Laufrad hinzuweisen. Die in den Bericht aufgenommenen Etagenturbinen, d. s. Turbinen mit mehreren Laufrädern auf der senkrechten Welle, zeigen in technischer Hinsicht schöne Lösungen der gestellten Aufgabe, wenngleich der Aufbau nicht einfach und die Zugänglichkeit teilweise zu wünschen übrig lässt. Es wäre auch die grosse Kostspieligkeit der Turbine und besonders des Einbaues mehr hervorzuheben, da hierdurch die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen sehr häufig in Frage gestellt wird.

Wenn von der französischen Abteilung, welche neben älteren Konstruktionen hauptsächlich die amerikanischen Turbinenformen vorführte, abgesehen wird, so zeichnet sich der Bericht durch Vollständigkeit aus, mit weiser Beschränkung auf das wirklich bemerkenswerte und unter Vermeidung von Wiederholungen. Als Hauptvorzug ist noch neben der Klarheit der Schreibweise die grosse Zahl der vorzüglichen Abbildungen, sowohl von Plänen und Konstruktionszeichnungen, als auch von sehr guten Schaubildern zu erwähnen.

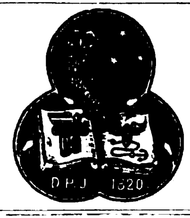
Da die vorliegende Schrift über den Rahmen eines Ausstellungsberichtes tatsächlich hinausragt, möchte ich zum Schluss noch den Wunsch aussprechen, dass der Verfasser dieselbe event. in einer anschliessenden Abhandlung vervollständigen möge, und auch diejenigen Länder, welche nicht ausgestellt hatten und demzufolge auch nicht berücksichtigt sind, so vor allem Deutschland zum Wort kommen lässt, indem er hervorragende Konstruktionen und bedeutendere Wasserkraftanlagen der Firmen dieser Länder zur Beschreibung bringt. *F. Oe.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 16. **Berlin, 18. April 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Fortsetzung von S. 232 d. Bd.).

3. *Stoffmühlen und andere Verkleinerungsapparate.*

Bei jenen Kegelmühlen, besonders amerikanischer Herkunft, welche sich an die ursprüngliche *Jordan*sche Bauart[3]) lehnen, finden wir kaum nennenswerte Abänderungen, trotzdem sie für das Feinmahlen von schon vorgemahlenem Papierzeug nach wie vor vielfach mit Vorliebe benützt werden. *Ch. E. Torrance* in Northampton, Mass., legt nach amerik. Patent 662 746 den Mahlkegeln einen grösseren Raum vor, um möglichst sicher alle spezifisch schweren und den Messern gefährlichen Stücke auszuscheiden, bevor der Stoff zur Mahlung zwischen die Messer tritt. *Salomon R. Wagg* in Appleton setzt nach amerik. Patent 625 818 die kegeligen Mahlflächen je aus zwei verschieden geneigten Kegeln zusammen, um zwischen den flach gegen die Achse, in der Nähe des Stoffauslaufes liegenden Messern sanftere Wirkung derselben zu erzielen, was aber nach Ansicht des Verfassers, abgesehen von der schwierigeren Zusammensetzung der Messerung, recht fraglich erscheint. *J. J. Foley* kommt im amerik. Patent 660 699 auf Mühlsteine zurück, welche, in Gehäuse gefasst, auf wagerechte Wellen aufgebracht werden und mit den zur Drehungsachse senkrechten Flächen arbeiten sollen. Dabei wird jedem Mahlstein bei gleicher Drehungsrichtung eine andere Umfangsgeschwindigkeit erteilt, wodurch sich gleitende Reibung, eigentliches Mahlen, ergibt. Gewiss kann man dadurch, dass beide Steine angetrieben werden, das Mahlen den jeweiligen Erfordernissen besser anpassen; doch ist dies zweifellos wesentlich verwickelter, als die Anordnung, wenn nur ein Stein angetrieben, der andere festgelegt wird. Ausserdem haben wir uns wohl zu überlegen, ob Steine überhaupt, besonders für das Feinmahlen angewendet werden dürfen, wenn wir den Stoff sandfrei haben wollen.

Bruno Neubert in Mittweida-Markersbach gibt im D. R.-P. 124 722 eine Stoffmühle mit wagerechtem Läufer an, bei welchem in eigentümlicher Weise dafür gesorgt wird, dass der Stoff nicht vorzeitig die Messerung verlasse. Der Stoff kommt (Fig. 65) durch h in den Trichter d und von da durch sanfte Leitflächen zwischen die Messer l der Bodenscheibe und m des Läufers, welche nach Angabe des Erfinders „tangential" gestellt sind. Wie das gemeint ist, kann man sich allerdings schwer vorstellen. Möglicherweise sind unter ziemlich spitzem Winkel gegen den Umfang verlaufende Messer gemeint. Bei der Drehung des Läufers kreuzen sich die Messer scheerenartig und zerteilen die Fasern. Die Messer ragen, wie die Zeichnung erkennen lässt, ziemlich stark aus den Scheibeflächen hervor und bilden solcherart ziemlich tiefe Kanäle für die Stoffleitung. Die Scheiben rücken aber am Umfange mit Rändern o, n so weit gegeneinander, dass die Kanäle zwischen den Messern dadurch nach aussen abgeschlossen werden und der Stoff nur durch kleine Oeffnungen p in dem Abschlussrande n der Bodenscheibe in geringer Menge austreten kann, im einzelnen also der Stoff länger zwischen Messern bleiben muss. Wenn wir etwas überlegen, so erkennen wir leicht, dass schon durch die Wirkung der Schwerkraft der Stoff aus dem Läufer heraus nach abwärts strebt. Dieselbe Kraft veranlasst aber die Neigung für den Stoff, zwischen den Messern am Boden liegen zu bleiben. Wenn nun nicht durch den von oben nachdrängenden Stoff verhindert wird, dass sich faule Winkel bilden, so ist dies zweifellos ein Mangel, der auf die Qualität des Stoffes sehr bös rückwirken kann. Immerhin ist es denkbar, die Löcher p geschickt zu verteilen und dadurch den Stoff ziemlich gleichmässig durch die Rinne k aus dem Gehäuse i zu bringen.

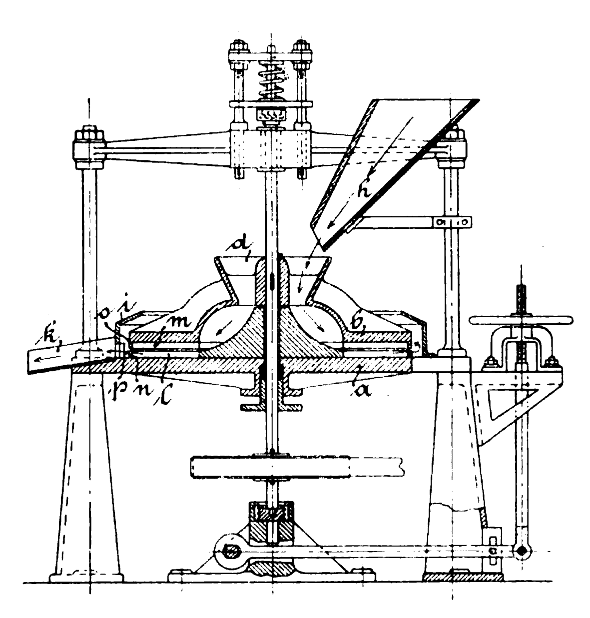


Fig. 65.
Stoffmühle mit wagerechtem Läufer von Neubert.

Eine vorbereitende Behandlung für Holzstoffpappe besorgt die Zerreissmaschine von *W. Siedersleben & Co.* in Bernburg nach D. R.-P. 113 079. Auf zwei gegeneinander sich drehenden Wellen sitzt eine Anzahl von Scheiben mit sägezahnartigem Umfange. Diese fassen die durch einen Fülltrichter eingeführte Pappe und reissen sie zwischen Roststäben hindurch, wobei die Pappe begreiflicherweise weitgehend, wenn auch nur unregelmässig, was ja hier ausreicht, zerrissen wird. Auch *J. H. Annandale* benützt nach amerik. Patent 625 311 kreissägenartige Scheiben, welche aber gegen ein ähnlich geformtes Gehäuse arbeiten. Dadurch sollen sogar Hadern gemahlen werden. Der für die Papierfabrikation ausreichende Erfolg mag allerdings bezweifelt werden.

Für die Wiederauflösung von Papier und Papierabfällen wird nach wie vor der Kollergang mit geeigneten Steinen und Trogformen benützt. In letzterer Zeit sind hierfür knetend wirkende Apparate in verschiedener Ausführung in Gebrauch gekommen.[4]) *Werner & Pfleiderer* in Cannstadt

[3]) Vergl. auch D. p. J. 1890, Bd. **277**, S. 176, ff. Marschall u. a.

[4]) Vergl. D. p. J. 1896, Bd. **300**, S. 291.

haben ihre bekannten und gut eingeführten Kneter für di Papierfabrikation umgestaltet, insbesondere die Knetschnecken mit gezahnten Rändern versehen, wodurch, wie die Erfahrung zeigt, sehr günstige, gefahrlos und einfach zu bedienende Maschinen[5]) geschaffen worden sind, welche die Fasern sehr schonen und mindestens gleich gute Arbeit wie der Kollergang leisten, dabei aber anscheinend weniger Kraft gebrauchen.

Im D. R.-P. 116 052, sowie in Patenten anderer Staaten, hat *Dr. Casimir Wurster* auch eine Art Knetapparat geschützt erhalten, der kontinuierlich oder periodisch arbeiten kann (Fig. 66, 67). Auf den Wellen *b*, *c* befinden sich

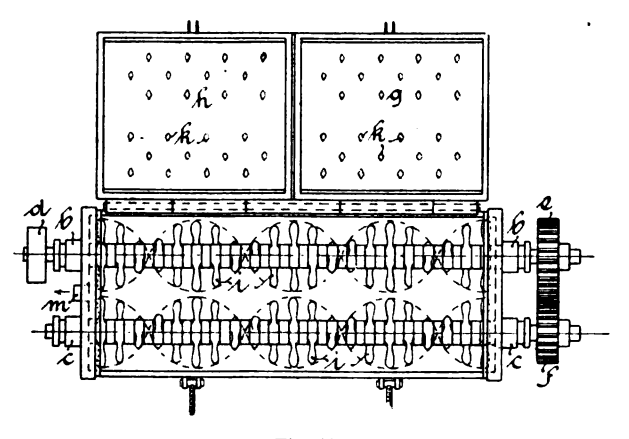


Fig. 66.
Knetapparat von Wurster.

schiffschraubenartig gekrümmte Knetflügel *i*, welche so lang gemacht werden, dass sie aneinander und an den Gehäusewänden vorüberkönnen, was um so notwendiger ist, als die Wellen, zur Erzielung einer geeigneten relativen Geschwindigkeit an der engsten Stelle, mit verschiedener Geschwindigkeit von der Riemenscheibe *d* aus durch die Zahnräder *e*, *f* angetrieben werden. Gibt man nun bei geöffneten Deckeln *g*, *h* die zu zerkleinernden Papierabfälle, allenfalls unter beliebiger Wasserzufuhr, auf und lässt die Wellen *b* und *c* sich drehen, so werden wegen der verschiedenen Geschwindigkeit derselben, sowie wegen der Reibungen zweifellos die Fasern in ihrem Zusammenhang gelockert, gut durchgeknetet. Weil weiter aus der Gestalt der Flügel die Neigung folgt, den Stoff nach einer Seitenwand zu schieben, so drängt sich der Stoff gegen diese und tritt, wenn man es gestattet, durch eine Oeffnung *m* aus. Legt man dagegen die Deckel *g*, *h* nieder, so treten die Spitzen *k* in Wechselwirkung mit den zwischen ihnen hindurchgehenden Flügeln *i*, wodurch der eingetragene Stoff zerfasert wird. Man kann nun bei geschlossenen Deckeln und geschlossener Oeffnung *m* den Stoff beliebig lang behandeln und dann erst austreten lassen, oder man macht *m* von solcher Grösse, dass dadurch eine bestimmte Zeit für das Verweilen in dem Apparate bedungen wird, wobei ganz wohl ununterbrochen gearbeitet werden kann, indem man Deckel *g* geöffnet lässt, daher in dem betreffenden Teil des Apparates nur aufgibt und knetet, während bei dem Weiterwandern des Stoffes dann unter dem geschlossenen Deckel *h* zerfasert wird. Nach den mit der Maschine gemachten Erfahrungen werden festere Bestandteile, wie Lumpen, Schnüre u. dergl. ausgeschieden und können grösstenteils während des Betriebes von Hand ausgelesen werden.

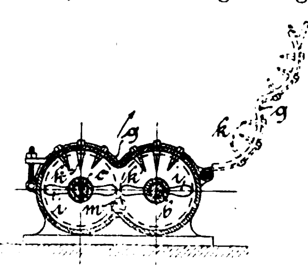


Fig. 67.
Knetapparat von Wurster.

Als Hilfsmaschine zu diesem Zerfaserer schlägt *Dr. Wurster* einen Apparat vor, bei welchem zwei fast zahnradartig ineinander greifende Walzen das eingeführte Papier kräftig zusammenquetschen, worauf es von Kreissägen erfasst und in Streifen geschnitten wird, welche von kreisenden Flügeln in Stücke zerrissen werden. Erst diese kommen dann in den Zerfaserer. Manchmal wird das Papier noch vorher gefeuchtet, was durch Spritzrohre in einem pyramidalen Aufsatz auf den Fülltrichter des Zerfaserers geschehen kann.

Noch kräftiger wird von *Gaston Brigalant* in Barentin nach amerik. Patent 611 956 Lederabfall behandelt, um ihn offenbar als Zusatz zu dem gewöhnlichen Papierstoff zu gebrauchen. Dort sind tatsächlich wie Räder, und zwar mit langen Zähnen ineinandergreifende Walzen vorhanden, welche den schon durch vierzehn Tagen in warmem Wasser erweichten Lederabfall zerquetschen und zerteilen, indem an der einen Walze die Zähne scharfkantig, an der anderen Walze abgerundet gehalten werden. Dabei wird in einem Troge ähnlich wie bei gewissen Untergrundholländern mittels einer Pumpe Stoffumlauf in lothrechter Ebene unterhalten.

Auch *Robert Dietrichs* Raspler Exhaustor[6]) wird nach D. R.-P. 119178 zur Wiederauflösung von Altpapier verwendet, wobei selbsttätige Zufuhr der Papierteile mit Hilfe von Saugrohren zum Raspler eingeleitet werden kann. Weil der Raumbedarf hierfür sehr gering ist, kann beispielsweise dieser Raspler ganz in die Nähe einer Papiermaschine gestellt werden, um den Abfall derselben möglichst einfach und rasch wieder zu verarbeiten.

4. *Bleichen.*

Nach allem, was aus der Praxis des Bleichens der Papierfasern zu hören ist, scheint das *Bleichen mit Chlorkalk* noch immer an erster Stelle zu stehen. Der Papiermacher benützt das fertige Produkt und für ihn ist es im allgemeinen gleichgiltig, woher es stammt, wenn nur sein Wert, begründet in dem Gehalt an zum Bleichen nutzbarem Chlor, ein entsprechender ist. Allerdings sollen auf elektrischem Wege ungemein reiche Bleichkalke u. dergl. gewonnen werden. So werden durch Elektrolyse von Kochsalz mittels der *Hargreaves-Birdzelle* Bleichkalk von 37 v. H. wirksamen Chlor, nach dem Verfahren von *Stroof* und *Castner-Kellner* Chloralkalien mit einem Gehalt von sogar 39 v. H. und darüber an wirksamen Chlor erzeugt.

Fig. 68.

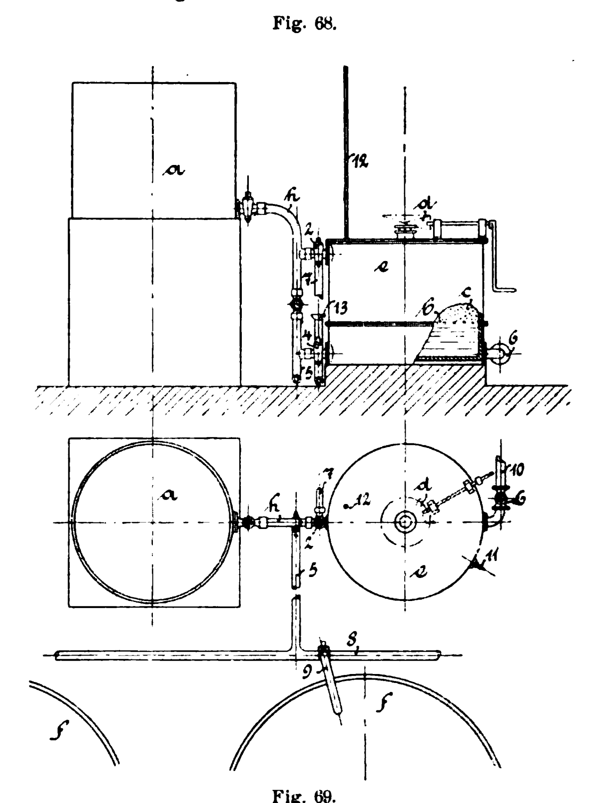


Fig. 69.
Fig. 68 u. 69 Filtereinrichtung von Bollmann.

Wichtig ist nach den Erfahrungen jedenfalls, die Chlorlösungen ganz klar anzuwenden, weil dadurch ihre Wirkung wesentlich erhöht wird. Abstehenlassen ist keineswegs ausreichend, vielmehr werden hierfür eigene Filterkonstruktionen

[5]) Vergl. Papierzeitung 1898 S. 2853.

[6]) Vergl. D. p. J. 1902, Bd. **317** S. 749.

empfohlen. Unter ihnen wird diejenige von *Georg Bollmann* in Hamburg sehr gerühmt. Fig. 68 und 69 zeigen eine solche Anlage im Prinzip nach einer Skizze der „Papierzeitung“ 1901. Aus dem links stehenden Messbehälter *a*, in welchen aus Klärbehältern die Bleichlösung etwa mittels Pumpen gelangt, strömt sie nach Bedarf in die Filter *e* durch das Bleirohr *h* und Hahn *2*. Dort dringt sie von oben durch das auf dem Siebe *b* befindliche Filtermaterial *c* und dann durch die an das Filter angeschlossene Bleirohrleitung *5*, *8*, *9* zu den Bleichholländern *f*, wobei durch Hähne nach Bedarf die Bleichlösung in verschiedene Holländer geleitet werden kann. Soll das Filter gereinigt werden, so lässt man die in demselben befindliche Bleichlösung durch den Hahn *11* ab und durch Hahn *6* Spülwasser aus der Fabrikswasserleitung durch Leitung *10* zu. Dieses durchströmt entgegengesetzt dem Bleichflüssigkeitsstrom von unten nach oben die Filtermasse, welche durch das bei *d* angedeutete Rührwerk aufgewühlt und in 5—10 Minuten gereinigt sein kann, während das Spülwasser bei dem Dreiweghahn *2* vorüber in das Rohr *7* und aus diesem in den Trichter *13* fliesst. Dort ersieht man auch unmittelbar den Fortschritt der Reinigung. Vor Inbetriebsetzung muss der Filter zuerst von unten angefüllt werden mittels Wasser aus *6* bei geschlossenen Hähnen *2* und *4*, während die Luft durch Rohr *12* entweicht. In der ganzen Anlage erinnert diese Einrichtung ungemein an den allerdings nur für die Wasserreinigung gedachten *Warren*schen Filter.[7])

Hochinteressant ist das als Sauerstoffbleiche bezeichnete Verfahren von *Albert Ahlin* in Billingfors nach D. R.-P. 126 265. Darnach wird ganz oder teilweise erschöpfte Bleichflüssigkeit innig mit Luft gemischt und dann in dem so erzielten milchigen Zustande mit dem vorgebleichten Stoffe vermengt. Dieser wird dadurch augenblicklich kreideweiss. Sollte dabei eine Art Ozonwirkung mit im Spiel sein? — Regt doch *S. Ferenczi* in der „Papierzeitung“ 1899 an, Ozon zur Papierbleiche ausgiebiger zu benützen. Wenn das *Ahlin*sche Verfahren wirklich darauf hinauskommt, so wäre der ausserordentliche Nutzen augenscheinlich. Neben der Chlorkalkbleiche spielen anscheinend vorläufig in der Papierfabrikation andere Bleichverfahren nur eine untergeordnete Rolle. So die *Hypochloritbleiche*, wobei die Bleichflüssigkeit u. a. mit dem *Schoop*schen Elektrolyseur erzeugt wird; die ***Jutebleiche*** mit Chlorkalk, Soda, übermangansaurem Kali und Natriumsulfit; die ***Entfärbung anilinschwarzer Baumwolllumpen*** mittels saurer schwefligsaurer Salze und nachfolgender Chlorkalkbleiche u. dergl.

Die elektrochemischen Verfahren können eben trotz guter Bleicherfolge deshalb schwer Eingang finden, wie *V. Engelhardt* u. a. in einem Vortrag im österreichischen Ingenieur- und Architektenverein dartat, weil sie anscheinend noch zu teuer arbeiten, wenn nicht besonders günstige Verhältnisse obwalten.

5. *Leimen.*

Inbezug auf die vegetabilische Leimung ist vorläufig *Wursters*[8]) Ansicht herrschend, dass vor allem fein verteiltes „freies“ Harz der wirksame Körper sei, welcher die Fasern umhüllt und wasserabstossend das Papier nicht durchschlagsfähig macht. Wohl treten auch einigermassen abweichende Meinungen hervor, wie unter anderen von Professor *Dr. Friedländer* und *Dr. H. Seidel*,[9]) welche, auf sorgfältigen Versuchen fussend, auch der Tonerde einen nicht unwesentlichen Einfluss beim Ausfällen des Harzleimes mittels schwefelsaurer Tonerde zuschreiben. Begreiflich ist es aber, wie auch die letztgenannten Verfasser zugeben, dass man bestrebt ist, tunlichst viel freies Harz in den Leim zu bringen. In dieser Richtung wird vielfach vorgeschlagen und auch bereits geübt, Harz mit viel weniger Alkali zu kochen, als zur vollständigen Verseifung desselben notwendig wäre. Darauf hinaus geht unter andern das D. R.-P. 120 324 von *Heinrich Hampel* und *Viktor Zampis*, welche in zwei Absätzen, zuerst mit 3 v. H. und dann mit 7 v. H. Soda kochen; das Verfahren von *D. Peniakoff* nach D. R.-P. 113 467 und 118 307, welcher Tonerdealkaliharzseifen, teilweise unmittelbar in fester Form durch Stehenlassen der innigen Mischung feinverteilter Pulver aus festem Natriumaluminat und Harz herstellt; das Verfahren von *Th. Pringle Milligan* nach D. R.-P. 120 662, welcher auf 4 Gewichtsteile Harz 1 Gewichtsteil Soda und noch 4 Gewichtsteile Stärke benützt und die Mischung als trockenes Pulver auf bis zu 80° erwärmtes Wasser streut.

Das vielleicht grösste Interesse beanspruchen aber die Erfindungen von *Fritz Arledter* nach D. R.-P. 95 416 und 97 832, sowie von *Dr. Karl Dreher*, nach D. R.-P. 112 614 und 118 233.

Arledter kocht die Harzseife unter Dampfdruck bis zu zehn Atmosphären, also bei einer Temperatur von 100—200 Graden bei ununterbrochener drehender und schüttelnder Bewegung der kochenden Masse. Dadurch wird der Gehalt an freiem, feinverteiltem Harz wesentlich gesteigert und kann angeblich bis auf 45 v. H. gebracht werden. An Alkali sind nur etwa 7—10 v. H., statt 10—15 v. H. des bisherigen Verfahrens notwendig. Mit $1^1/_2$—2 v. H. Harz kann nach diesem Verfahren das Papier leimfest gemacht werden. *Arledter* schreibt den günstigen Erfolg dem in geschlossenen Gefässen allseits gleichen Druck, und der dadurch erzielbaren gleichmässigen Verteilung der verseiften und unverseiften Harzteile zu. Ungelöstes Harz kommt in solchen Kesseln nicht leicht vor. Die mit freiem Harz gesättigte Harzseife hat auch eine bedeutende Aufnahmefähigkeit für Stärkemehl. Das *Arledter*sche Leimkochverfahren erspart weitgehend die Handarbeit. Ist der Kessel gefüllt und in Bewegung gesetzt, so hört jede Handarbeit auf, nur auf das Dampfzuflussrohr und das Manometer ist zu achten. Am Probeventil kann man sich von der Beschaffenheit der Harzseife überzeugen, worauf sie dann, wenn sie entspricht, durch den herrschenden Dampfdruck in höher stehende Aufbewahrungsgefässe gedrückt werden kann. In die Rohrleitung wird ein Filter aus Asbest, Koks, Knochenkohle oder anderen Stoffen, allenfalls auch nur ein Sieb eingeschaltet, um den Leim mechanisch von Verunreinigungen zu befreien, ihn nach Wunsch auch zu entfärben und dadurch für feine Papiere besonders geeignet zu machen.

Diese Harzseife wird dann nach *Arledter* am besten in Doppelrührwerken in kaltem Wasser, um das Harz am Zusammenballen zu hindern, zu einer Milch aufgelöst. Eine Reihe von Fabriken arbeitet bereits mit sehr befriedigendem Erfolge nach diesem Verfahren. In Hamburg hat sich eine Gesellschaft mit 500 000 Mark Kapital zur Konzentration der Papierleimfabrikation nach *Arledter*schem System gebildet.

In Zusammenhang mit dieser Art der Leimbereitung scheint auch das D. R.-P. 111 132 an *Keferstein*, *Shmith* und *Huth* zu sein. Das Harz wird (Fig. 70) auf ein Sieb *s* im Zylinderkessel *a* mit Dampfmantel *c* so gelegt, dass es, schmelzend in den Dämpfen aus der unterhalb in *e* befindlichen Lauge in diese tropft. Der im unteren Raum befindliche Flügel *g* rührt dabei die Masse fortwährend um. Aus diesem Kocher wird die fertige Harzseife durch ein Siebfilter gepresst.

Fig. 70.
Apparat zur Leimbereitung nach Keferstein, Shmith und Huth.

Im D. R.-G.-M. 155 321 schlägt *Max Erfurt*, Papierfabrikant in Straupnitz, wegen des Schäumens von Papierleim einen Kocher vor, aus welchem der Ueberlauf in ein höher stehendes Gefäss fliesst, dort sich verflüssigt und durch ein Rücklaufrohr wieder in den tieferstehenden Kessel zurückgelangt. Durch diesen ununterbrochenen Strom

[7]) Vergl. D. p. J. Bd. 285, S. 146.

[8]) Vergl. *Hofmann*, Handbuch d. Papierfabrikation, 1891, S. 297.

[9]) Vergl. Mitteilungen des k. k. technologischen Gewerbemuseums in Wien Jahr 1901 Heft 1—3.

soll es möglich sein, ohne Rührvorrichtungen die Masse vollständig zu mischen und gleichmässige Kocherzeugnisse zu erzielen. Auch können Destillationsprodukte gesondert ausgeschieden und aufgefangen, hierauf nach Bedarf benützt werden, wie Terpentin u. dergl. Die Kochung ist bei 500 kg Harz in einer Viertelstunde beendigt. Die Einrichtungen werden aber bis zu 10 t Harzinhalt gebaut, was auf Grossbetrieb sicher hindeutet, sodass also die Harzseife, in eigenen Fabriken erzeugt, in beständig gleicher, verlässlicher Beschaffenheit an Papierfabriken abgegeben werden kann.

Karl Dreher löst Harz in roher Karbolsäure auf und verseift diese Lösung teilweise mittels geringer Mengen von Alkali. Dadurch kann man einen ungemein hohen Gehalt an freiem Harz ohne besondere Vorrichtungen erzielen. Solche Seifen bilden mit Wasser vollkommen gleichmässige Emulsionen und enthalten 50 v. H. des verwendeten Harzes unverseift. Es genügen solcherart noch $9^{1}/_{2}$ v. H. Soda auf 100 Teile Harz. Der Erfinder erwartet, und soweit darüber Nachrichten vorliegen, soll dies wirklich gelingen, dass beim Leimen im Holländer das Harz im Papier bleibt, während die Karbolsäure mit dem Wasser wegfliesst. Nach der Entwässerung enthält der Papierstoff nur Spuren von Karbolsäure, welche auf dem Trockenzylinder vollständig verflüchtigen. Damit wäre allerdings auch die Geruchlosigkeit gewährleistet. Wenn man sich aber überlegt, wie hartnäckig gerade dieser Geruch haftet, so fällt es wirklich schwer, dieser Angabe des Erfinders vollen Glauben entgegenzubringen. Dagegen mag ohne weiteres zugestimmt werden, dass für gröbere Papiersorten tatsächlich die noch verbleibenden Spuren von Karbolsäure als einflusslos zu bezeichnen sind, ganz besonders bei Dachpappe und anderen ähnlichen Papieren.

Interessant ist auch die Angabe von *Dreher* im D.R.-P. 118 233, wonach während der Verseifung der Schmelzpunkt durch Phenantren herabgedrückt werden soll. Bei Gegenwart von Harzseife lässt sich dieses in Wasser ausserordentlich leicht suspendieren, ähnlich wie freies Harz, sodass selbst mit freiem Harz gesättigte Harzleime noch 20—25 v. H. emulgierbares Phenanthren aufnehmen können. Dieses wirkt überdies ganz ähnlich wie der Harzleim, es kann etwa ein Teil Leim durch dieselbe Menge Phenanthren ersetzt werden. Für die Zwecke der Leimung genügt nach Angabe des Erfinders das als Nebenprodukt bei der Anthracenfabrikation gewonnene.

Kurt Röhr und *Ferd. Haupt* wollen zur Leimung solche Seifen benützen, welche aus der Lösung mit Hilfe von sauren Körpern sehr gelatinöse Niederschläge ergeben (D. R.-P. 114819). Dadurch kann man grosse Mengen von Füllstoffen und Fasern, welche sonst bei der Papierfabrikation verloren gehen, im Papier zurückhalten und diesem guten Klang, Griff, Dehnbarkeit und sogar Wasserdichtigkeit geben. Hierfür werden Stroh-, Natron- und Sulfatzellstoffablaugen eingedickt und je nach dem Zweck, dem der Papierleim dienen soll, sowie nach Massgabe des Alkaligehaltes der eingedickten Lauge mit Harz, Blut, Oel, Fett oder Seetang unter Kochen vereinigt. Diese Seifen, mit Harzleim in einem Verhältnis, das der Zweck bestimmt, gemischt, erfüllen die Eingangs erwähnten Forderungen. Diese Art der Papierleimherstellung erinnert lebhaft an den Gerbleim, von welchem, als einer *Mitscherlich*schen Erfindung hinsichtlich der Nutzbarmachung der Ablaugen der Zellstoffkochungen bereits in vorangegangenen Berichten[10]) Erwähnung getan worden ist. Nach dem, was man jetzt über die Verwendbarkeit dieses Gerbleimes hört, erzeugt er wohl ziemlich hohe Festigkeit im Papier, aber Tinte schlägt durch. Deshalb verwendete man ihn nicht allein, sondern mit Harzleim, meist zu gleichen Teilen gemischt. Die Fabrik in Hof stellte dann einen Gerbleim her, welcher weitgehenden Ansprüchen genügt. Insbesonders ist hervorzuheben, dass Gerbleim nicht schäumt, auch der Geruch und die Farbe geben jetzt zu Klagen nicht mehr Anlass. Zu ordinären Papieren, wie Packpapieren, Affichen u. dergl. kommt man jetzt sogar ohne Zusatz von Harzleim aus.

Ueber die *Viscose-Leimung*[11]) berichtet das englische Fachblatt „The Paper trade Review“ günstige Ergebnisse mit Papieren in einer französischen Papierfabrik. Papiere, welche mit 4 kg Viskose auf 100 kg Papierstoff geleimt waren, zeigten sich sehr fest, und zwar sogar bei minderwertigen Rohfasern. Die Kosten der Viskoseleimung stellten sich auch niedriger als die mit Harzleim. Doch sei auf das keineswegs ermutigende Urteil ebenfalls hingewiesen, welches Prof. *Friedländer* in dem bereits oben erwähnten Artikel auf grund von selbständigen Untersuchungen abgibt.

Im Anschlusse an die Stoffleimung sei auch anderer Arten von Papierleimverfahren gedacht, welche das fertige Papier voraussetzen: *die Bogenleimung*. In der Regel wird hierfür animalischer Leim gewählt, durch dessen Lösung das fertige Papier gezogen wird. Doch kommen auch viel sorgfältigere Behandlungen vor. In „The Paper trade Journal“ wird berichtet, dass in der Papierfabrik der *Byron Weston Paper Co.* Colombierpapier wiederholt mit Leimlösung getränkt und wieder ausgepresst wird, so dass es so wie bei der Harzleimung in allen Teilen mit tierischem Leim durchzogen, also durch und durch leimfest ist, im vorteilhaften Gegensatz zur sonst häufig üblichen Oberflächenleimung. Selbstverständlich kommt aber solches Papier auch sehr teuer zu stehen. Es kann also ein derartiges Verfahren nur bei den teuersten Qualitätspapieren am Platze sein.

Uebrigens strebt man neuestens den tierischen Leim durch andere Substanzen zu ersetzen, insbesonders durch *Kasein*.[12]) Man hat damit manche gute Erfahrung gemacht. So erhält ungeleimtes Papier durch einen dünnen Ueberzug mit Kaseinlösung auffällige Zähigkeit. Auch hat die feuchte Witterung bei Kasein weniger Einfiuss als bei der Leimung mit Gelatine.

Es sei hier aber daran erinnert, dass schon *Hofmann* in seinem Handbuch der Papierfabrikation aufmerksam macht, dass möglicherweise der günstige Einfluss in der Bogenleimung nicht so sehr von dieser an und für sich abhängt, sondern der schonenderen Trocknung zuzuschreiben ist, indem man auch bei harzgeleimtem Papier sehr günstige Erfolge dann erzielte, wenn dasselbe gefeuchtet und freihängend getrocknet wurde.

Um die bedeutenden Verluste, welche bei der Stoffleimung unvermeidlich sind, zu umgehen, schlägt *Hermann Schulte* in einem britischen Patente vor, Leim-, allenfalls auch Füllstoffe nicht im Holländer, sondern nach Art eines Streichverfahrens auf, bezw. in das Papier zu bringen, und zwar während das Papier auf der Papiermaschine läuft, etwa in der Nähe der Nasspresse. In bekannter Weise wird dabei durch eine in einen Trog mit Leimlösung oder Füllstoffen tauchende Walze die Oberfläche des Papiers überzogen und dieser Ueberzug durch eine Walzenpresse in die Papierbahn gedrückt. Ob dadurch den in der Masse geleimten Papieren (mit Harzleim) ernstlich Konkurrenz gemacht werden kann, ist immerhin zu bezweifeln.

Auch die Leimmethode von *Karl Laufer* in seinem D. R.-P. 105 135 erinnert an Bekanntes. Es wird die Papierbahn über eine Leimwalze geleitet, welche Leim aus einem Trog entnimmt, in welchen sie taucht. Nur die Stärke der Leimschicht wird hier besonders geregelt dadurch, dass vor der Leimwalze eine stellbare Abstreichwalze angebracht ist.

6. *Füllen.*

Bekanntlich werden den fertig gemahlenen Fasern (Ganzstoff) häufig Stoffe mineralischer Natur zugesetzt, um einerseits die Räume zwischen den Fasern zu füllen, das Papier glatter, andererseits das Papier oft weisser und spezifisch schwerer zu machen. Diesen Zweck erfüllen sehr feine Pulver aus kohlensaurem Kalk, Gips, Schwerspath und dergl. Unvermeidlich gehen aber bis zur Fertigstellung des Papieres die weitaus grössten Mengen verloren, mit den Abwässern weg. Um nun einerseits den Zusatz in denkbar feinster Form hinein zu bekommen und ihn andererseits auch möglichst innig an die Fasern zu bringen, wird nach D. R.-P. 118960 von *L. Capazza* in Brüssel in den fertigen Stoff Kalkwasser gebracht und aus diesem kohlensaurer Kalk dadurch niedergeschlagen, dass man in den so behandelten Stoff Kohlensäure, z. B. die Abgase der Dampfkesselfeuerung, leitet oder Kalciumbikarbonat in Lösung zusetzt.

Um die Saugfähigkeit von Papier zu erhöhen, wie es etwa für Filterpapiermasse erwünscht ist, setzt *Kurt Lüer*

[10]) Vergl. D. p. J. 1896, Bd. **300**, S. 73 ff.

[11]) Vergl. D. p. J. 1898, Bd. **310**, S. 71.

[12]) Vergl. D. p. J. 1898, Bd. **310**, S. 175.

in Wülfel nach D. R.-P. 90497 dem Stoffe aus reinem Baumwollzeuge, ohne Fäden, Nähten oder Knoten, gebrannte oder ungebrannte, geschlämmte oder ungeschlämmte, feingepulverte Kieselguhr zu, worauf mit dieser gut gemahlen und gemischt wird.

Das Mischen mit den Füllstoffen geschieht wohl in der Regel in Ganzzeugholländern, nachdem die Füllstoffe jedenfalls vorher genügend aufgelöst und zerkleinert worden sind, wenn sie nicht unmittelbar im Holländer chemisch abgeschieden werden, wie dies soeben für einen Fall in dem Patente von *Capazza* angegeben worden ist. Zur Zerkleinerung der Füllstoffe werden verschiedene Mahlvorrichtungen benutzt. Neuestens empfiehlt die bestbekannte Maschinenfabrik *I. M. Voith* in Heidenheim einen *Niethhammer*schen Erdauflöser nach D. R.-G.-M. 99272, welcher sehr an den *Hemmer*schen Untergrundholländer erinnert[13]).

(Fortsetzung folgt.)

[13]) Vergl. D. p. J. 1898, Bd. **310**, S. 49.

Analytisch-graphisches Verfahren zur Bestimmung der Durchbiegung zwei- und dreifach gestützter Träger.

Von Dr.-Ing. **Max Kloss.**

(Schluss von S. 239 d. Bd.).

II. Der dreifach gestützte Träger.

a) Bestimmung des Mittellagermomentes M_0.

Wir wollen der Einfachheit halber annehmen, dass der Träger nur in einem seiner beiden Felder belastet sei (Fig. 19). Wir betrachten dann wieder den im Aussenlager auftretenden Lagerdruck als zweite Belastungskraft, sodass wir also einen zweifach gestützten, frei aufliegenden Träger mit Innen- und Aussenlast vor uns haben. Nehmen wir zunächst wieder den Druck im Aussenlager beliebig an, so könnten wir, auch wenn der Träger auf seiner Länge verschiedene Querschnitte hat, auf Grund der im Vorhergehenden gegebenen Entwicklungen die im Angriffspunkte der Aussenlast auftretende resultierende Durchbiegung bestimmen. Es wird nun immer einen Wert für die Grösse dieser Aussenkraft geben, bei der diese Durchbiegung gleich Null wird. Dieser Wert ist dann aber der bei einem dreifach gestützten Träger mit gleich hohen Auflagern auftretende Aussenlagerdruck. Da sich nun die elastische Linie eines zweifach gestützten Trägers ändert, wenn man ihm an einzelnen Stellen anderes Trägheitsmoment gibt, so wird auch der Aussenlagerdruck und damit das im Mittellager auftretende Biegungsmoment davon abhängig sein, ob der Träger glatt oder abgesetzt ist. Wir dürfen also nicht die für glatten Träger abgeleitete Gleichung (45. bezw. (48. zur Bestimmung des im Mittellager auftretenden Biegungsmomentes auch für einen Träger mit verschiedenem Querschnitte anwenden.

Eine für alle Fälle giltige Gleichung lässt sich hier überhaupt nicht aufstellen, da es ganz darauf ankommt, wo der Träger abgesetzt ist. Man muss daher die verschiedenen Fälle einzeln untersuchen.

Fall I.

Der Träger sei nur in Feld II auf der Strecke x vom Aussenlager aus gemessen abgesetzt.

Angenommen, das Mittellagermoment M_0 sei bereits bekannt, dann können wir aus den Grössen des Feldes I den von der Mittellagertangente der resultierenden elastischen Linie auf der Lagervertikalen *1/1'* gebildeten Tangentenabschnitt bestimmen $(1/4) = g_r$ in Fig. 19. Verlängern wir dann die Tangente rückwärts bis zum Schnittpunkt *5* mit der Aussenlagervertikalen *2/2'*, so ist der dadurch gebildete Abschnitt

$$(2/5) = -g_r \cdot \frac{l_2}{l_1} \qquad (64.$$

Diesen Abschnitt können wir aber auch noch aus den Grössen des Feldes II bestimmen. Denn wenn die elastische Linie durch Lager *2* gehen soll, ist die Strecke *(2/5)* nichts anderes als der Tangentenabschnitt für den Punkt *0* unter Einfluss des Mittellagermomentes M_0. Wir haben somit durch Gleichsetzen der beiden Ausdrücke für die Strecke *(2/5)* eine Bedingungsgleichung zur Bestimmung des Mittellagermomentes M_0.

Führt man diese Entwicklung durch[1]), so erhält man als Bedingungsgleichung für das Moment M_0

$$\frac{M' l_1 \left(a_1 + \frac{b_1}{2}\right)}{3EJ} = -\frac{M_0 l_1}{3EJ}\left[l_1 + l_2 + l_2\left(\frac{x}{l_2}\right)^3\left(\frac{J}{J_x} - 1\right)\right]$$

und somit

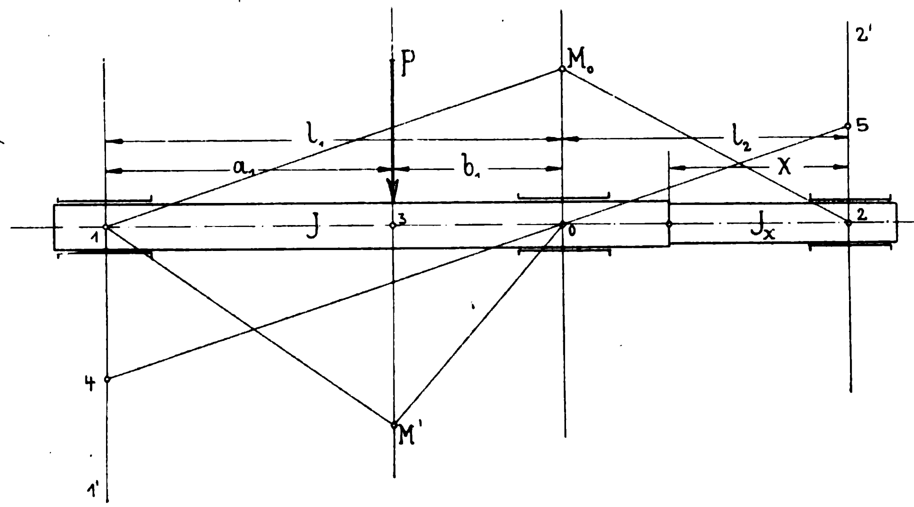


Fig. 19.

$$M_0 = -M' \frac{a_1 + \frac{b_1}{2}}{L + \lambda l_2} \qquad (65.$$

worin

$$\lambda = \left(\frac{x}{l_2}\right)^3\left(\frac{J}{J_x} - 1\right)$$

wieder der bekannte, aus der Fig. 18 zu entnehmende Wert ist. Die Gleichung (65. unterscheidet sich von der entsprechenden für glatten Träger (Gleichung (48.) nur durch das im Nenner auftretende Zusatzglied λl_2. Die früher (in Fig. 12) gegebene Konstruktion von M_0 aus M' ändert sich also nur insofern, als wir an L noch die Strecke λl_2 anzutragen haben. Die Konstruktion ist in Fig. 20 ausgeführt und dürfte ohne weiteres auf Grund der Gleichung (65. verständlich sein. *(4/8)* ist das gesuchte M_0. Ist M_0 gefunden, so ergibt sich dann durch algebraische Addition der beiden Momentenflächen die resultierende Momentenfläche. M_1 ist

[1]) Ausführliche Ableitung der Gleichung siehe in der mehrfach erwähnten Abhandlung des Verfassers.

das im Punkte 3 wirklich auftretende Biegungsmoment. Aus ihm findet man den Lagerdruck

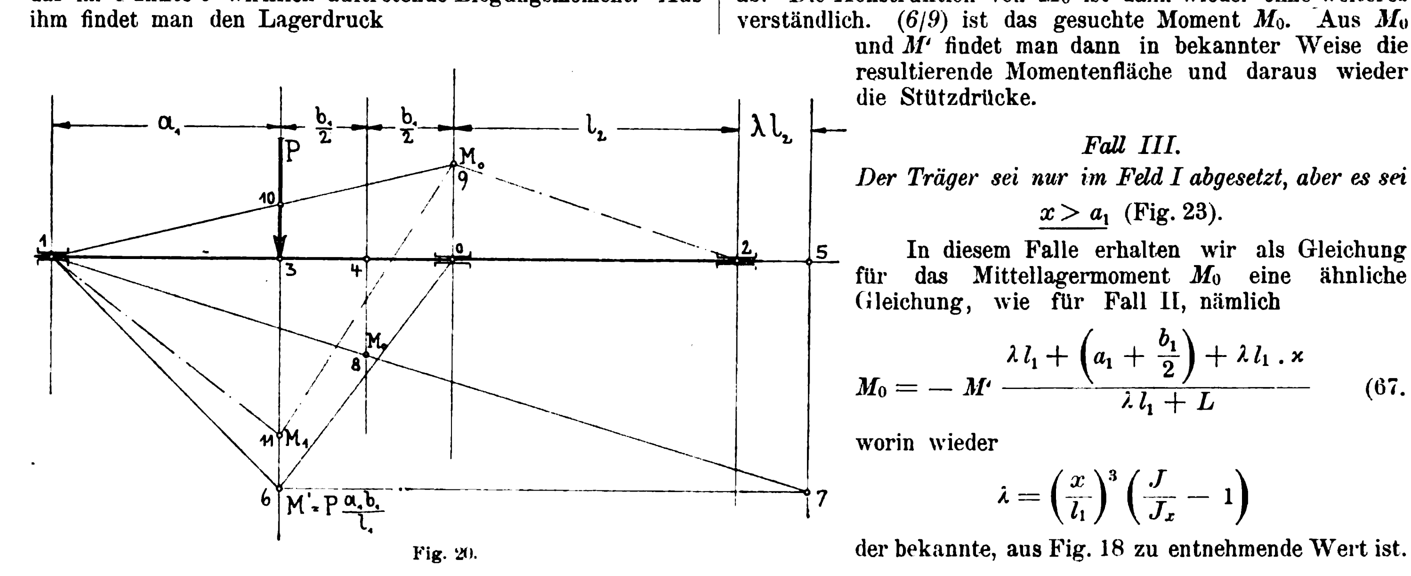


Fig. 20.

$$T_1 = -\frac{M_1}{a_1}$$

aus M_0 ergibt sich der Lagerdruck

$$T_2 = -\frac{M_0}{l_2}$$

Der Druck im Mittellager ist dann gegeben durch die Gleichgewichtsbedingung

$$P + T_1 + T_2 + T_0 = 0.$$

Fall II.

Der Träger sei nur im Feld I auf der Strecke x vom Aussenlager aus gemessen abgesetzt und zwar sei $x < a_1$ (Fig. 21).

Führt man für diesen Fall die gleiche Entwicklung durch, wie sie eben angedeutet wurde, so erhält man als Gleichung für das Mittellagermoment M_0

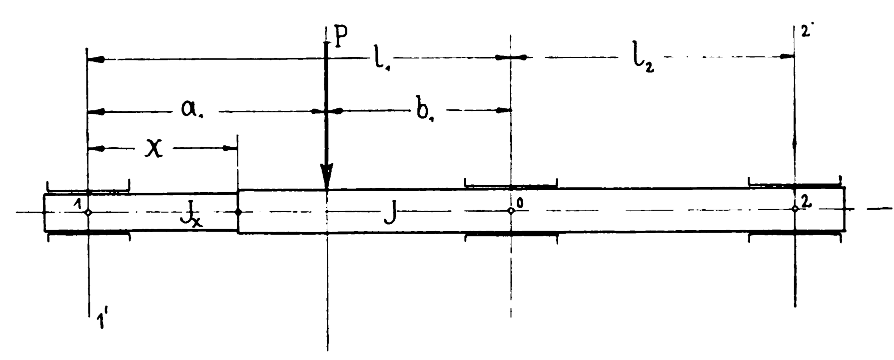


Fig. 21.

$$M_0 = -M' \frac{\lambda l_1 + \left(a_1 + \frac{b_1}{2}\right) + \frac{b_1}{a_1} . \lambda l_1}{\lambda l_1 + L} \quad (66.$$

wo wieder

$$\lambda = \left(\frac{x}{l_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{J}{J_x} - 1\right)$$

Wir entnehmen also λ aus Fig. 18 und tragen (Fig. 22)

$$(1/5) = \lambda\, l_1 \text{ und } (4/6) = \frac{b_1}{a_1} . \lambda\, l_1$$

ab. Die Konstruktion von M_0 ist dann wieder ohne weiteres verständlich. (6/9) ist das gesuchte Moment M_0. Aus M_0 und M' findet man dann in bekannter Weise die resultierende Momentenfläche und daraus wieder die Stützdrücke.

Fall III.

Der Träger sei nur im Feld I abgesetzt, aber es sei $x > a_1$ (Fig. 23).

In diesem Falle erhalten wir als Gleichung für das Mittellagermoment M_0 eine ähnliche Gleichung, wie für Fall II, nämlich

$$M_0 = -M' \frac{\lambda l_1 + \left(a_1 + \frac{b_1}{2}\right) + \lambda l_1 . \varkappa}{\lambda l_1 + L} \quad (67.$$

worin wieder

$$\lambda = \left(\frac{x}{l_1}\right)^3 \left(\frac{J}{J_x} - 1\right)$$

der bekannte, aus Fig. 18 zu entnehmende Wert ist.

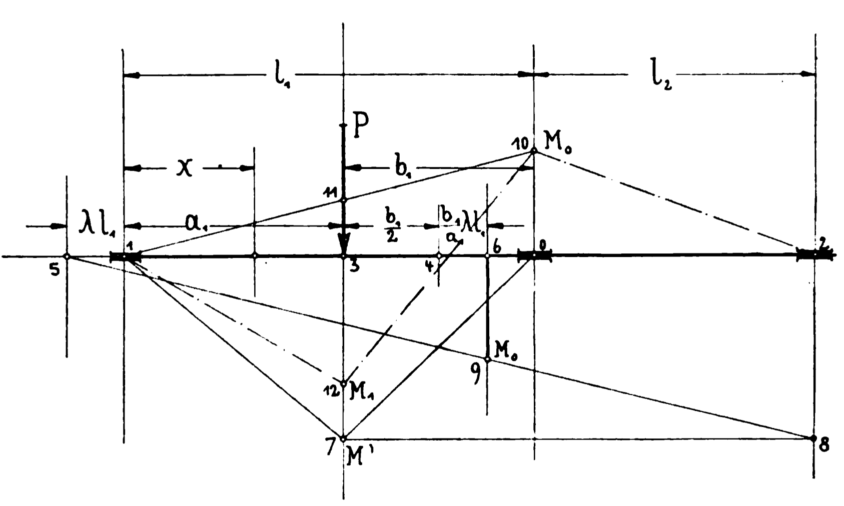


Fig. 22.

Ausserdem tritt hier jedoch die Grösse $\varkappa$ auf, die einen ziemlich komplizierten Ausdruck darstellt. Es ist nämlich

$$\varkappa = \frac{3}{2}\frac{l_1^2}{x\, b_1} - 1 - \frac{l_1}{b_1} - \frac{a_1^2\, l_1^2}{2\, b_1\, x^3}$$

Setzt man hierin

$$\alpha = \frac{a_1}{l_1}, \quad \frac{b_1}{l_1} = 1 - \alpha \text{ und } \xi = \frac{x}{l_1}$$

so ist

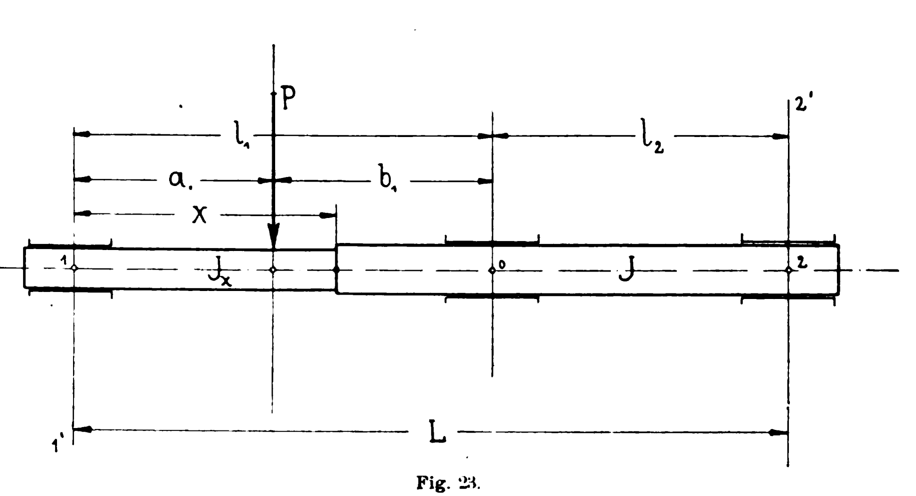


Fig. 23.

$$\varkappa = \frac{3}{2}\,\frac{1}{\xi(1-\alpha)} - 1 - \frac{1}{1-\alpha} - \frac{\alpha^2}{2(1-\alpha)\,\xi^3} \qquad (68.$$

wobei zu bemerken ist, dass diese Formel nur für $x > a_1$, also für $\xi > \alpha$ in Anwendung kommt. Die Werte von $\varkappa$ in Abhängigkeit von ξ und α sind aus Fig. 18, Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Konstruktion von M_0 ist in Fig. 24 ausgeführt.

Fall IV.

Der Träger ist an mehreren Stellen abgesetzt.

Treten zwei oder mehrere der eben behandelten Fälle gleichzeitig auf, so addieren sich die einzelnen Wirkungen. Hierbei hat man jedoch genau darauf zu achten, dass man alles auf ein Hauptträgheitsmoment bezieht. Man wählt hierzu am geeignetsten das im Mittellager vorhandene. Wir wollen dasselbe mit J_0 bezeichnen. Die Strecken, auf denen der Träger abgesetzt ist, werden dann in beiden Feldern vom Aussenlager aus gemessen, sie seien mit x_1' x_1'' für Feld I und x_2' x_2'' für Feld II bezeichnet (Fig. 25), wobei $x_1' > a_1$ und $x_1'' < a_1$ sein möge.

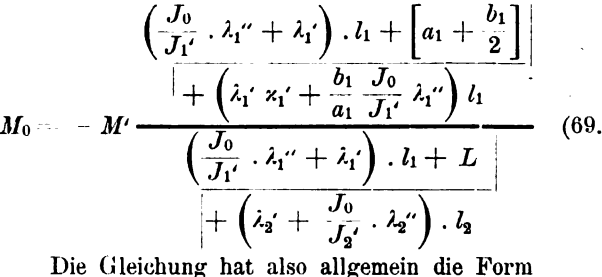
Fig 24.

Die Werte

$$\lambda = \left(\frac{x}{l}\right)^3 \left(\frac{J}{J_x} - 1\right)$$

enthalten das zur Strecke x gehörige Trägheitsmoment J_x im Nenner, das jenseits von x nach der Seite des Mittellagers zu vorhandene Trägheitsmoment J im Zähler. Ist nun dieses Trägheitsmoment nicht identisch mit dem Hauptträgheitsmoment J_0, so hat man, wie sich aus der Ableitung ergibt, die aus Fig. 18 entnommenen Werte von λ noch mit dem Verhältnis $\frac{J_0}{J}$ zu multiplizieren.

Für den in Fig. 25 dargestellten Fall erhalten wir demnach die Geichung



$$M_0 = -M' \frac{\left(\frac{J_0}{J_1'}\cdot\lambda_1'' + \lambda_1'\right)\cdot l_1 + \left[a_1 + \frac{b_1}{2}\right] + \left(\lambda_1'\,\varkappa_1' + \frac{b_1}{a_1}\,\frac{J_0}{J_1'}\,\lambda_1''\right) l_1}{\left(\frac{J_0}{J_1'}\cdot\lambda_1'' + \lambda_1'\right)\cdot l_1 + L + \left(\lambda_2' + \frac{J_0}{J_2'}\cdot\lambda_2''\right)\cdot l_2} \qquad (69.$$

Die Gleichung hat also allgemein die Form

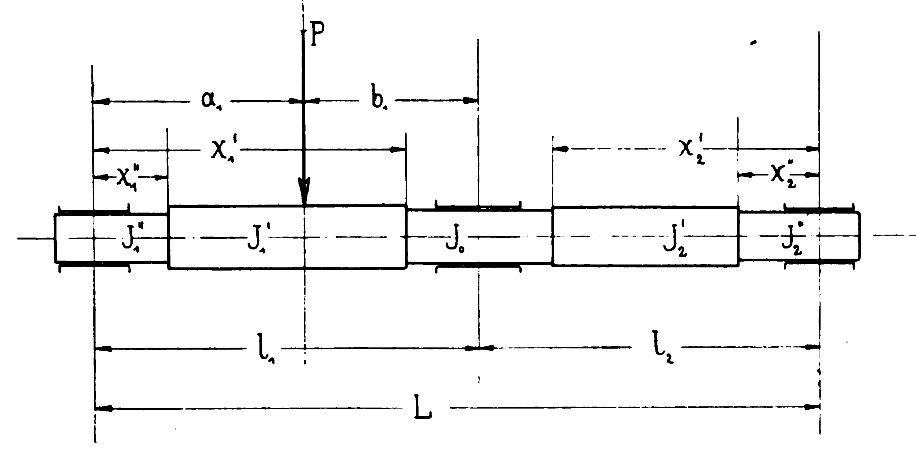


Fig. 25.

$$M_0 = -M' \frac{\varepsilon_1\, l_1 + \left(a_1 + \frac{b_1}{2}\right) + \varepsilon_3\, l_1}{\varepsilon_1\, l_1 + L + \varepsilon_2\, l_2} \qquad (70.$$

Hat man mit Hilfe von Fig. 18 die Werte von λ und $\varkappa$ und daraus dann die ε-Werte ermittelt, so ist die einfache Konstruktion von M_0 nach Fig. 26 auszuführen.

β. Bestimmung der Durchbiegung.

Sind die Momente M_1 und M_0 bestimmt, so bietet die Aufzeichnung der elastischen Linie keinerlei neue Schwierigkeiten, da das Verfahren genau dasselbe ist, wie für einen zweifach gestützten mit Innen- und Aussenlast beanspruchten Träger.

Ist der dreifach gestützte Träger in beiden Feldern belastet, so untersucht man den Einfluss der beiden Kräfte getrennt von einander, bestimmt das resultierende Mittellagermoment und zeichnet die von M', sowie von M_0 allein erzeugten elastischen Linien auf, die Einzeldurchbiegungen setzt man dann den Richtungen der Momente entsprechend vektoriell zusammen.

Ein der Praxis entnommenes, ausführlich durchgeführtes Anwendungsbeispiel s. a. a. O.

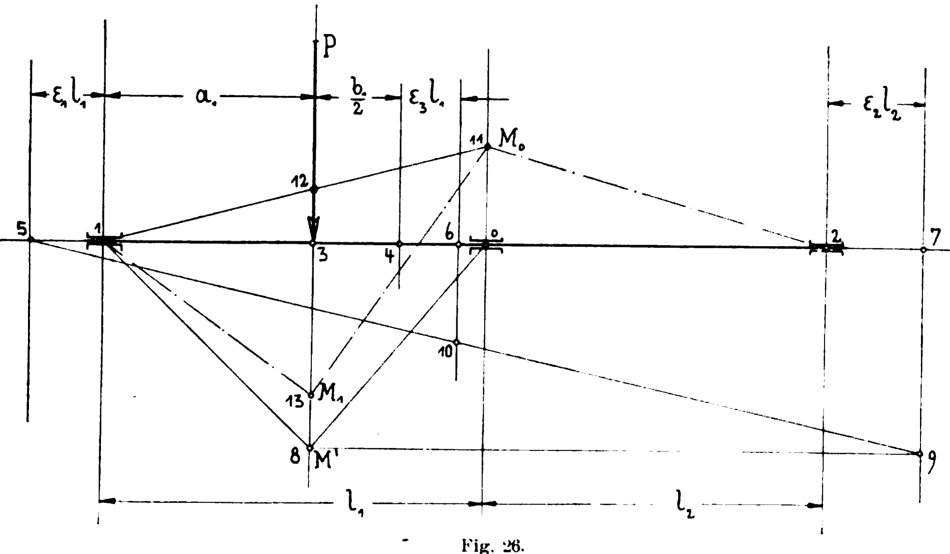


Fig. 26.

Die Beurteilung des Wertes von Sprengstoffen.

Von Dr. **Rudolf Blochmann**, Zivil-Ingenieur und Sachverständiger für Sprengtechnik.

(Schluss von S. 234 d. Bd.)

So wie der Druckmesser als eine verbesserte Form eines Crushers oder der mit einem Registrierapparate verbundenen *Sarrau*schen manometrischen Bombe angesehen werden kann, so stellt auch das in Schlebusch zur Ermittelung der bei einer Explosion erzeugten Wärmemenge verwendete Kalorimeter eine Vervollkommnung der *Berthelot*schen kalorimetrischen Bombe dar. Denn damit zweifellos explosionsartige Zersetzungen mit den zur Einleitung einer Explosion erforderlichen bestimmten Zündern vorgenommen werden konnten und der Einfluss dieser unentbehrlichen Zünder auf das Gesamtergebnis nicht erheblich wurde, war es nötig, mit Sprengstoffmengen von 100 g und mehr zu arbeiten und dementsprechend mussten die Abmessungen des ganzen Apparates beschaffen sein. Es wurde eine geschmiedete Stahlflasche von 30 l Inhalt mit einer Vorrichtung zum luftdichten Verschluss und zum Luftauspumpen versehen; der Sprengstoff wurde in der Mitte der Bombe aufgehängt und elektrisch gezündet. Im übrigen entsprechen alle Einrichtungen den bei Kalorimetern üblichen mit denjenigen Umänderungen, welche durch die veränderten Druck- und Grössenverhältnisse notwendig waren. Die Wassermenge betrug etwa 70 l; der gesamte Wasser- und Metallwert der Bombe betrug etwa 72 Kal.; die Rührung geschah maschinell. Die nebenstehende Abbildung (Fig. 7) dürfte den Apparat in genügender Weise erläutern.

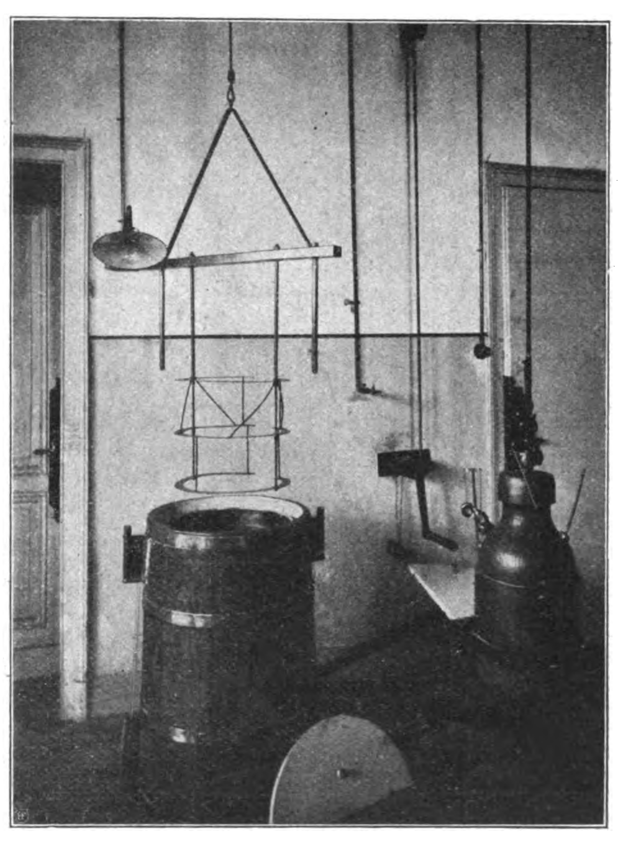


Fig. 7. Druckmesser.

Mit Hilfe des Explosions-Kalorimeters lassen sich nun diejenigen Wärmemengen aus den Ablesungen der Anfangs- und Endtemperatur ermitteln, welche dem Anfangszustand vor der Explosion (fester Sprengstoff) und dem schliesslich hergestellten Endzustand (abgekühlte Gase und event. sonstige Substanzen) entsprechen. Es ist hierbei wichtig, zu beachten, dass ein gewisser Teil der so zur Erwärmung des Kalorimeterwassers beitragenden Kalorien nicht unmittelbar aus der eigentlichen Explosion sich herschreibt, sondern aus Vorgängen sich herleitet, die im Anschluss an die Explosion erst *nachträglich*, wenn die Temperatur im Innern wieder sinkt, sich vollziehen. Es waren demnach bei den untersuchten Sprengstoffen zu berücksichtigen diejenigen Wärmemengen, welche durch Kondensation des Wassers innerhalb der Zersetzungsgase, und ferner diejenigen, welche infolge der Bildung von Bikarbonaten aus Karbonaten durch Aufnahme von CO_2 frei werden. Es ist durchaus notwendig diese Verhältnisse zu berücksichtigen, da sie z. B. bei den Ammonsalpeter-Sprengstoffen, welche viel Wasser und feste Karbonate bilden, viele Hundertteile ausmachen. Die Zahlen der Reihe 8 in der Tabelle sind mit solchen erforderlichen Verbesserungen versehen. Die so ermittelten Wärmemengen sind es nun, welche einen bestimmenden Einfluss auf die Höhe der bei der Explosion des betr. Sprengstoffs erreichten Höchsttemperatur ausüben. Wir finden solche Temperaturzahlen aber selbst *nicht* in der Tabelle. Es musste auch von einer Mitteilung derselben Abstand genommen werden, sollte nicht das Gebiet der reinen Empirie verlassen werden. Denn zur Errechnung der Temperaturen würde die Kenntnis der spezifischen Wärmen der Explosionsgase bei hohen Temperaturen und hohen Drucken erforderlich sein, und diese können bisher nicht als hinreichend sicher durch Versuche festgelegt gelten. Es muss deshalb hier darauf hingewiesen werden, dass die von den französischen Forschern als bestimmte Kennzeichen für einen jeden Sprengstoff angegebenen Temperaturen — abgesehen davon, dass sie auf grund angenommener und nicht durch Versuche genau nachzuprüfender Zersetzungsgleichungen bestimmt sind — auch hierin eine Unsicherheit enthalten, sodass man von Angabe solcher Temperaturen als bestimmter einem Sprengstoff zugehöriger Grössen, wenigstens zur Zeit noch, in der Tat besser absieht.

Es ist ferner wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Detonationsgeschwindigkeit und überhaupt die Zeitdauer der Explosion oder *die* Zeit, welche vom Beginne der Explosion bis zur Erreichung der höchsten Drucke vergeht, keinen Ausdruck in der Theorie der französischen Forscher gefunden hat. Zweifellos ist aber der Einfluss der Zeitdauer einer Explosion auf deren zerstörende Kraft und namentlich auf deren Schlagwettersicherheit von hervorragender Bedeutung, wie sie ja auch bei der Beurteilung der mit den „Crushern" in Frankreich und England erhaltenen Ergebnisse ihre Berücksichtigung findet. Ausser der in bekannter Weise (durch Detonation langer Strecken eines Sprengstoffs und Messung der dazu verbrauchten Zeiten mit dem *Le Boulengé*-Apparat) bestimmten Detonationsgeschwindigkeit, für welche die Zahlen in Reihe 10 enthalten sind, haben die Schlebuscher Arbeiten zum erstenmale auch die „Stichflammen" zum Gegenstande der Untersuchung gemacht. Unter Stichflammen sind hier die Lichterscheinungen verstanden, welche sich garbenähnlich beim Schiessen aus einem Mörser ins Freie bilden. Diese „Flammen" wurden photographiert mit einem Apparat, welcher als Objektiv eine Quarzlinse trägt, die auch die den höchsten Temperaturen entsprechenden ultravioletten Strahlen ungemindert durchlässt. An Stelle der Bildplatte befindet sich ein auf einer schnell rotierenden Trommel aufgespanntes Film. Zwischen Quarzlinse und Trommel, dicht vor dieser, ist ein Schirm angebracht, der einen senkrechten Spalt trägt. Bei stillstehender Trommel entspricht die Länge des Bildes der Flammenlänge und die Breite des Bildes der Breite des Spaltes. Bei schnellaufender Trommel dagegen verzerrt sich das Bild nach der Breite und gibt dadurch ein Mass der Flammendauer, da man die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel in Millisekunden angeben kann. Mehrere solcher Flammenbilder sind in Fig. 8—11 wiedergegeben, während die dafür gefundenen Masszahlen in den Reihen 11 und 12 der Tabelle enthalten sind.

Die Zahlen der Reihe 13 geben uns ein Mass für die Fähigkeit eines Sprengstoffs unter Ueberbrückung eines Luftraumes auf benachbarte Patronen derselben Sorte seine eigene

Explosion zu übertragen. Es sind dies Grössen, die sich zwar sehr leicht gewinnen lassen, die aber einen hervorragenderen Wert zur bestimmten Kennzeichnung von Sprengstoffen kaum besitzen. Man erkennt dies auch schon daran, dass für die gegen Schlagwettergefahr sichersten Sprengstoffe ziemlich hohe Werte auftreten.

Endlich sind noch Masszahlen angegeben, welche in direktem Bezug stehen zu den deutschen Bestimmungen über die Schlagwettersicherheit: nämlich in Reihe 14a die Höchstwerte der Sprengstoffmengen, welche 7 v. H. Schlagwettergemische mit aufgewirbeltem Kohlenstaub gerade nicht mehr zünden; Sprengstoffmengen, welche die angegebenen Grenzwerte übersteigen, sind also imstande Zündungen unter solchen Verhältnissen herbeizuführen. Diese Zahlen haben daher als Mass für die Schlagwettersicherheit zu gelten. Ihre in Reihe 14b zusammengestellten Reziproken geben dagegen unmittelbar den Grad der Schlagwettergefährlichkeit der betr. Sprengstoffe an.

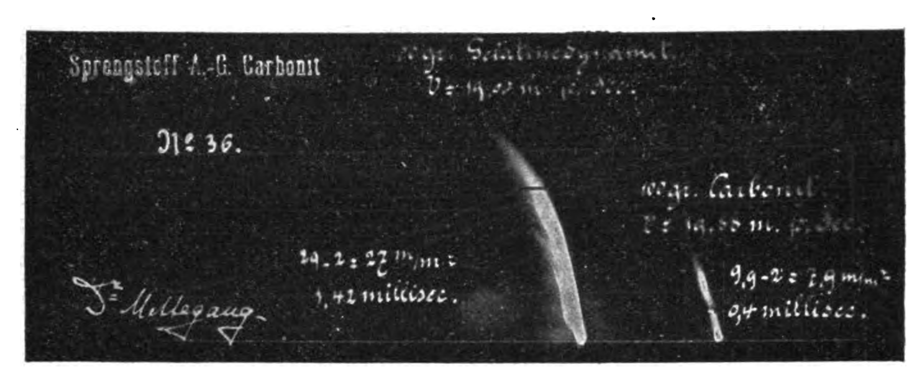


Fig. 8.

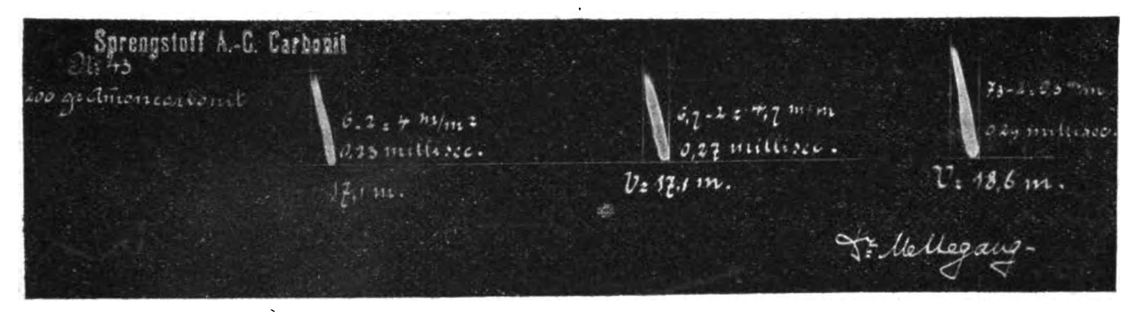


Fig. 9.

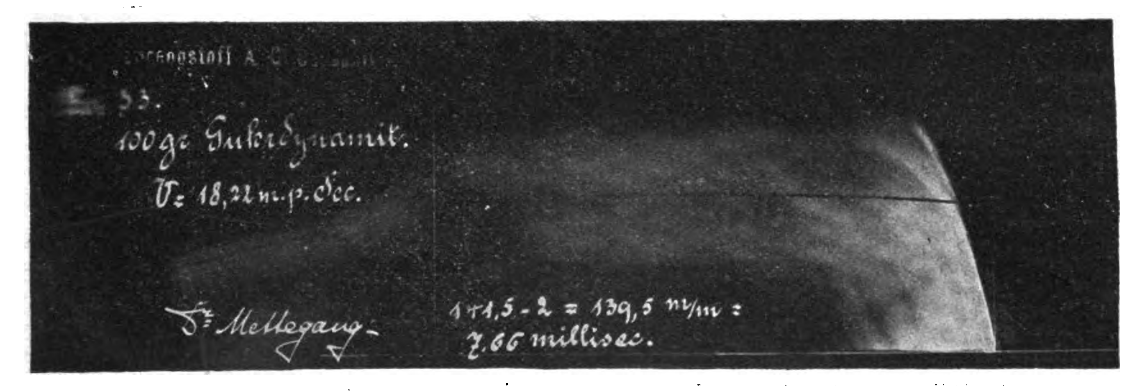


Fig. 10.



Fig. 11.

Fig. 8—11. Photographische Darstellung der Flammenlänge und Flammendauer detonierender Sprengstoffe.

Es ist zweckmässig, die eigentlichen reziproken Werte durchgängig mit 100 zu multiplizieren, weil man dann Messzahlen gewinnt, die *den* Sprengstoff als schlagwettersicher kennzeichnen, bei dem sie Werte zeigen, die kleiner als die Einheit sind.

Zweifellos sind die zuletzt angegebenen, die Schlagwettergefährlichkeit der verschiedenen Sprengstoffe nach der deutschen Methode bestimmenden Zahlen nicht ohne inneren Zusammenhang mit den in den früheren Reihen enthaltenen Zahlen. Formelmässig lässt sich dieser Zusammenhang freilich noch nicht aufstellen; aber man erkennt ihn noch deutlicher, als aus der Tabelle, wenn man die wichtigsten Zahlen derselben zu einem Schaubilde vereinigt (Fig. 12).

Es heben sich die beiden Gruppen der schlagwettersicheren

und unsicheren Sprengstoffe hier deutlich von einander ab; und in den zur letzteren Gruppe gehörenden vier Sprengstoffen sind wiederum das Schwarzpulver und die Nitroglyzerin enthaltenden Sprengstoffe deutlich als verschiedenartig untereinander gekennzeichnet. Es genügt eben nicht, eine einzelne Eigenschaft eines Sprengstoffs ins Auge zu fassen, sondern man einzureichen. Auch unter den schlagwettersicheren Sprengstoffen treten die beiden Gruppen der Ammonsalpeter enthaltenden und der Nitroglyzerin enthaltenden Sicherheitssprengstoffe als zwei Gruppen hervor, von welchen die letztere den grösseren Grad der Sicherheit bietet.

In den einzelnen Gruppen sind die Sprengstoffe so ge-

Fig. 12.

muss ihre Gesamtheit betrachten, wenn man sich ein Urteil über die Schlagwettersicherheit eines Sprengstoffes aus seinen allgemeinen pyrodynamischen Eigenschaften bilden will.

Man würde z. B., wenn man beim Schwarzpulver von der Betrachtung der Flammendauer absähe, wohl geneigt sein, es von vornherein unter die Sicherheitssprengstoffe ordnet, dass, von links nach rechts fortschreitend, die Werte für die Drucke im eigenen Volumen (7c) abnehmen. Es bewegen sich dann auch die in der 15 Liter-Kammer, also für alle Sprengstoffe in *demselben* Volumen gemessenen Drucke (7a) in absteigender Linie. Dasselbe gilt im allgemeinen für die Bleiblockausbauchungen der *Trauzl*schen Methode (6);



man kann die hierbei gewonnenen Zahlenwerte also, wie schon gesagt, für ähnlich zusammengesetzte Sprengstoffe ganz gut als einen ersten Anhaltspunkt für die Beurteilung des Sprengwertes benutzen.

Für die bei der Explosion entwickelten Wärmemengen (9) zeigt sich, dass sie bei der Gruppe II wesentlich höher sind, als bei der Gruppe III, und bei dieser wiederum höher, als bei der Gruppe IV; auch beim Schwarzpulver hat diese Grösse einen im Verhältnis zu den anderen Grössen noch relativ sehr hohen Wert. Zweifellos ist auch die Explosionstemperatur von der Grösse der bei der Explosion verfügbar werdenden Wärmemengen direkt abhängig; und wie man sieht, ist bei Zunahme dieser Grösse auch die Schlagwettergefährlichkeit eine grössere; aber dennoch kann man nicht sagen, dass nur von dieser Grösse oder demgemäss von der erreichten Höchsttemperatur die Schlagwettergefährlichkeit derart bestimmt abhängig angenommen werden kann, wie es bei den französischen Bestimmungen geschieht.

Die unsicheren Nitroglyzerinsprengstoffe zeigen ausserdem noch hohe Werte für die Detonationsgeschwindigkeit (10), während für diese Grösse das ebenfalls unsichere Schwarzpulver den allerniedrigsten Wert unter den betrachteten Sprengstoffen aufweist. Ausgeglichen wird beim Schwarzpulver die Niedrigkeit dieses Wertes (und zwar sicherlich auf Grund eines inneren Zusammenhanges zwischen den beiden Grössen) durch den ganz ausnehmend hohen Wert der Stichflammendauer (11). Und man kann wohl sagen, dass die riesige Höhe dieses *einen* Wertes eben genügt, das Schwarzpulver zu einem für Schlagwetterzündung gefährlichen Sprengstoff zu machen. Auch Sprenggelatine und Guhrdynamit zeigen sehr hohe Werte für die Flammendauer. Dass diese Grösse bei dem Gelatinedynamit keinen hohen Betrag aufweist, kann wohl als eine Ausnahme bezeichnet werden; vielleicht liegen auch noch nicht genug Beobachtungen hierfür vor, da es sich ja um eine noch ganz neue, in Schlebusch zum ersten Male angewendete Methode handelt.

Die Länge der Stichflammen (12) zeigt sich bei allen schlagwettergefährlichen Sprengstoffen, diesmal auch das Schwarzpulver wieder mit eingeschlossen, wesentlich höher, als bei den sicheren.

Es darf deshalb wohl auch als ein besonders verdienstliches Ergebnis der Schlebuscher Untersuchungen hingestellt werden, dass zum ersten Male durch die *Mettegang*sche Methode der Photographie der Stichflammen zahlenmässige, und damit für verschiedene Sprengstoffe vergleichbare Werte für deren Länge und Dauer gewonnen worden sind. Ihre Bestimmung dürfte nebst der Bestimmung der Wärmemengen und der Druckgrössen ein wichtiges Kennzeichen für die Sicherheit von Sprengstoffen gegen Schlagwettergefahr bilden, zumal die Messungen leicht und ohne Aufwand grösserer Kosten auszuführen sind.

Besonders hervorgehoben muss hier auch noch werden, dass das von Herrn *Berthelot* als charakteristische Funktion bezeichnete Volumenverhältnis der Explosionsgase zum festen Sprengstoff (8) durchaus nicht etwa charakteristisch ist für die Beurteilung von deren Schlagwettergefährlichkeit (14b). Ein Blick auf das Schaubild beweist das gerade Gegenteil: dies Volumenverhältnis hat unter den betrachteten Sprengstoffen einen besonders niedrigen Wert bei den Dynamiten, deren Schlagwettergefährlichkeit sehr gross ist.

Fassen wir am Schlusse unser Urteil über die Schlebuscher Untersuchungen zusammen, so erkennen wir, dass die Ergebnisse dieser Untersuchungen zwar nicht ermöglichen, in eine Formel eingereiht, eine einheitliche Definition irgend eines Sprengstoffes zu geben, dass sie aber in ihrer Gesamtheit den Charakter eines Sprengstoffes, zumal für die Verwendung im Bergbau, umfassend genug bestimmen. Ihre Kenntnis ist daher bei allen Sprengstoffen sicherlich wertvoller, als die nach den französischen Bestimmungen für die Beurteilung der Schlagwettersicherheit einzig erforderliche Kenntnis der Explosionstemperatur. Dazu kommt, dass, während diese Zahl überhaupt nicht direkt durch Versuche bestimmt werden kann, sondern formelmässig errechnet wird, die aus den Schlebuscher Untersuchungen sich ergebenden Zahlen jederzeit eine direkte Nachprüfung durch Versuche zulassen.

Und während es als festgestellt gelten muss, dass die Bestimmung der Explosionstemperatur eines Sprengstoffes — wie es in den französischen Bestimmungen vorgesehen ist — durchaus nicht hinreicht, ein bestimmtes Urteil über die Schlagwettersicherheit eines Sprengstoffes auszusprechen, so haben die Schlebuscher Untersuchungen erwiesen, dass man auch einen neuen Sprengstoff, wenn man ihn den beschriebenen Untersuchungsmethoden unterwirft, in die Reihe der bisher untersuchten Sprengstoffe wohl einreihen und ihn damit hinsichtlich seiner Sprengwirkung, also seines Wertes, und auch hinsichtlich seiner Schlagwettersicherheit vollständig kennzeichnen kann, und zwar auf jeden Fall besser, als dies durch eine Formel und *eine* daraus abgeleitete Zahlengrösse überhaupt möglich ist.

Ein neuer Indikatorhahn.

In den „Normen über Leistungsversuche an Dampfkesseln und Dampfmaschinen“, wie sie von dem Vereine deutscher Ingenieure, dem Verein deutscher Maschinenbauanstalten und dem Internationalen Verbande der Dampfkesselüberwachungsvereine herausgegeben sind, ist unter No. 38, Abs. 5, bestimmt: „In regelmässigen Zwischenräumen werden . . . die Spannung und, falls der Dampf überhitzt ist, die Temperatur . . . unmittelbar vor der Maschine vermerkt.“ Es ist gerade diese Spannung eine ausserordentlich wichtige Zahl, weil durch sie der Verlust in der Frischdampfleitung vom Kessel, dessen Spannung natürlich auch gemessen wird, bis zur Maschine gekennzeichnet und der tatsächliche Admissionsdruck angegeben wird. Denn in dem aus dem Diagramm ersichtlichen Druck ist ja der ganze Drosselverlust beim Durchgange durch das Frischdampfventil und die Einlassorgane der Maschine mit enthalten, der unbedingt dem Erbauer der Maschine zur Last fällt, während jener Spannungsverlust in der Leitung zur Beurteilung der Maschine selbst nicht herangezogen werden darf.

Die gekennzeichnete Spannung wird nun wohl bis jetzt in allen Fällen durch eines der bekannten Federmanometer bestimmt. Statt dessen ist vorgeschlagen worden, den in den Fig. 1 und 2 abgebildeten Indikatorhahn zur Messung zu benutzen, mit dessen Hilfe jedesmal bei Abnahme eines Diagramms der fragliche Druck sehr genau durch einfache Vierteldrehung aufgezeichnet wird.[1]) Statt des sonst gebräuchlichen Dreiwegehahns ist hier ein Vierwegehahn durchgebildet, dessen vierte Bohrung so geführt ist, dass mit Hilfe eines kleinen Anschlussrohres der Raum unter dem Indikatorkolben mit dem Dampfrohr unmittelbar vor der Maschine in Verbindung gebracht werden kann. Im allgemeinen entstehen hierbei Diagramme wie die in Fig. 3 gezeichneten, welche deutlich die Schwankungen der Dampfsäule direkt vor der Maschine erkennen lassen. Der Abstand der unteren Linie dieses „Rohrdiagramms“ von der oberen des „Zylinderdiagramms“ gibt den Drosselverlust an, wie er durch das Frischdampfventil und die Einlassorgane der Maschine hervorgerufen wird.

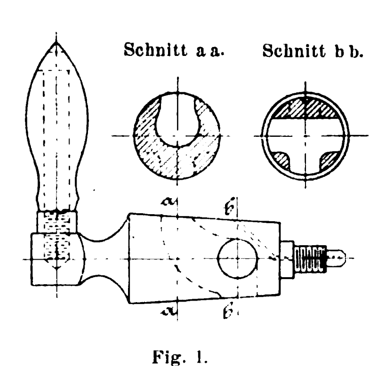
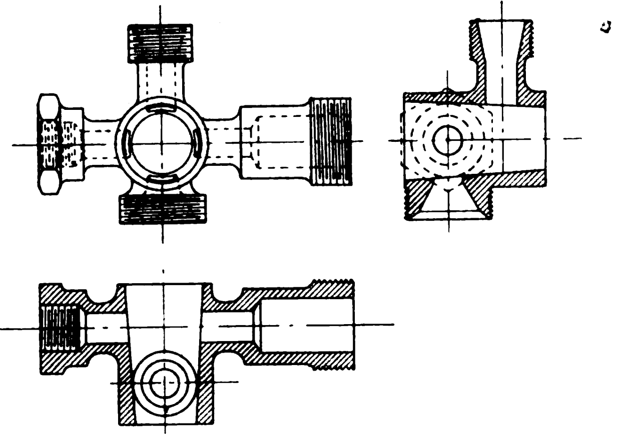


Fig. 1.

[1]) Transactions of the American Society of Mech. Eng. XXIII, S. 511.

Nicht immer hat jedoch das „Rohrdiagramm" die durch Fig. 3 dargestellte Gestalt, es kommen auch Diagramme nach Fig. 4, also mit 3 Schleifen oder mehr, vor. Würde man diese Zylinderdiagramme allein betrachten, so würde man sicherlich eine starke Unregelmässigkeit in der Steuerung



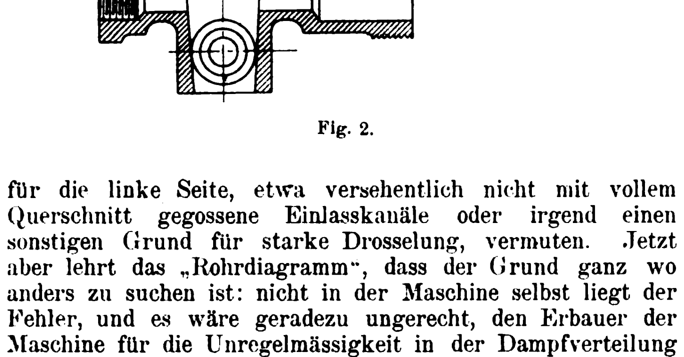


Fig. 2.

für die linke Seite, etwa versehentlich nicht mit vollem Querschnitt gegossene Einlasskanäle oder irgend einen sonstigen Grund für starke Drosselung, vermuten. Jetzt aber lehrt das „Rohrdiagramm", dass der Grund ganz wo anders zu suchen ist: nicht in der Maschine selbst liegt der Fehler, und es wäre geradezu ungerecht, den Erbauer der Maschine für die Unregelmässigkeit in der Dampfverteilung verantwortlich zu machen. Die Erscheinung lässt sich vielmehr nur auf folgende Weise erklären: Durch den stossweisen Ausfluss des Dampfes aus dem Rohre in den Zylinder entstehen Schwingungen in der ganzen im Frischdampfrohre befindlichen Dampfsäule. Es ist nun denkbar, dass bei einem gewissen Verhältnis zwischen Länge und Weite des Abdampfrohres, Volumen der jedesmal in den Zylinder übertretenden Dampfmenge und Zahl der Dampfstösse in der Zeiteinheit die Eigenschwingungen der Dampfsäule zeitlich nicht mit

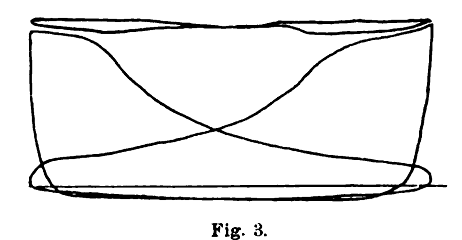


Fig. 3.

den Admissionsperioden zusammenfallen, sodass drei oder mehr Eigenschwingungen der Dampfsäule während zweier Hübe oder einer Umdrehung der Maschine erfolgen. In

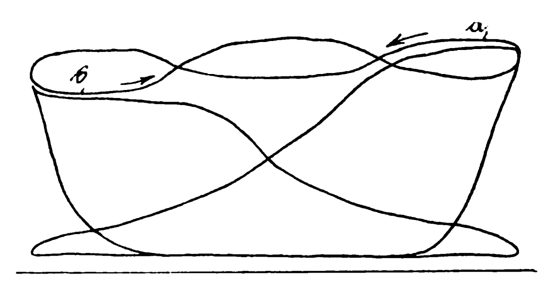


Fig. 4.

solchem Falle wird der Fehler in der Dampfverteilung, der event. sogar einen unruhigen Gang der Maschine hervorrufen kann, nur durch Verlegung oder andere Bemessung der Frischdampfleitung zu beseitigen sein. *F. Mbg.*

Erklärung der Elektrolyse mittels des Kohäsionsdruckes, des Dopplerschen und des Weberschen Grundgesetzes.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Physiker.

In der Theorie der Elektrolyse macht sich Dank der zahlreichen Arbeiten, welche in den letzten Jahren in der „Elektrochemischen Zeitschrift" von Theoretikern und Praktikern, wie *Dr. Bucherer, Dr. Gross*, Professor Dr. *Christy, Max Frank, Dr. Krüger* und *Dr. Gustav Platner* veröffentlicht worden sind, gegenüber der von *Nernst, Ostwald* und deren Anhängern vertretenen Ionentheorie die rein mechanische Auffassungsweise, wie z. B. in der Schrift von *Dr. Platner* „Die Mechanik der Atome" (Verlag von *M. Krayn*, 1901) zugleich mit einer wirklich treffenden Kritik der Mängel der Ionentheorie, insbesondere des *Nernst*schen materiellen, imponderablen Elektrons, immer mehr und mehr Bahn; vor allen Dingen wird mit Recht in allen diesen Arbeiten im letzten Grunde der elektrolytische Vorgang als ein Arbeitsvorgang mechanischer Art angesehen und daher bei der Behandlung dieses Problems auf die allgemeine Arbeitsgleichung zurückgegriffen. Bevor jedoch eine derartige rein mechanische Erklärung der Elektrolyse versucht werden kann, ist es, wie ja auch *Platner* a. a. O. S. 87 betont, nötig, sich sowohl über die Beschaffenheit eines Elektrolyten, als auch das Wesen der elektrischen Kraft sich gründlich zu informieren. Dies hat *Platner* in seiner Schrift, wie sich weiter unten zeigen wird, in der Tat gründlich getan.

Bevor ich unter Benutzung meiner kürzlich in der „Elektrochemischen Zeitschrift" veröffentlichten Arbeit hierauf und im Anschluss daran dann auf das eigentliche Ziel der vorliegenden Arbeit lossteuere, liegt mir ob, die Schwächen der Ionentheorie kurz zu kennzeichnen. Ich kann mich, da Herr *Platner* diese Kritik in so bündiger und leicht verständlicher Weise a. a. O. gegeben hat, darauf beschränken, die betreffenden Bemerkungen auf S. 86 und 87 seiner lesenswerten Schrift hier wörtlich wiederzugeben.

Im Anschluss an das sogenannte *Ostwaldt*sche Verdünnungsgesetz und die verschiedenen von *Rudolphi-van t'Hoff* und von *Nernst* gegebenen Formulierungen dieses Gesetzes führt nämlich *Platner* folgendes aus:

„Da die Richtigkeit der *Nernst*schen Formel von anderer Seite (*Arrhenius*) bestritten wird, so ist damit auch nichts gewonnen, und das *Ostwaldt*sche Verdünnungsgesetz bleibt nach wie vor ein Schmerzenskind der Theorie.

Bei der Auflösung spaltet sich also angeblich ein der Konzentration umgekehrt proportionaler Teil der Moleküle des gelösten Stoffes in seine Ionen, zugleich erhält jedes Ion, respektive jede Valenz eine Ladung von 96 465 Coulomb negativer oder positiver Elektrizität. Der Vorgang bei der Elektrolyse soll dann darin bestehen, dass die den Elektroden zugeführte Elektrizität sich mit der entgegengesetzten der zugewanderten Ionen ausgleicht und letztere unelektrisch abgeschieden werden.

Auf den ersten Blick mag diese Auffassung viel Bestechendes haben. Bei genauer Prüfung erkennt man bald, dass sie unhaltbar ist, sie führt zu einer ganzen Reihe von unlösbaren Widersprüchen und Kollisionen mit anerkannten Gesetzen der Physik, von denen einige hier erwähnt werden mögen. Sinkt in einer konzentrierten Lösung bei der Elektrolyse die Ionenkonzentration infolge der Abscheidung an den Elektrolyten, so sollen neue Moleküle sich in geladenen Ionen spalten; das heisst doch nichts anderes, als dass im Elektrolyten in der Form von Ionenladungen dieselben Mengen von Elektrizität erzeugt werden, wie von der stromliefernden

Maschine in derselben Zeit, nur von letzterer unter Verbrauch einer entsprechenden Menge anderer Energie im Elektrolyten aber aus nichts. Da ein hierfür heranzuziehender Energieverbrauch nicht nachweisbar, liegt also ein offenbarer Verstoss gegen das Gesetz von der Erhaltung der Kraft vor.

Ein Transport der Elektrizität, welche den Elektroden zugeführt wird, durch den Elektrolyten hindurch findet nach der Theorie nicht statt. Ein solcher muss aber unbedingt stattfinden, wenn mehrere Elektrolysiergefässe hinter einander geschaltet werden oder ein Durchgang der Elektrizität durch mehrere galvanische Elemente hindurch vorliegt. Es müssen entweder die Zersetzungen im Widerspruch mit dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft, d. h. spontan stattfinden oder ein Transport von Elektrizität neben den geladenen Ionen angenommmen werden, und wo bleibt dann das *Faraday*sche Gesetz? Die Ionenladung ist überflüssig.

Die primäre Abscheidung des Wasserstoffes in gewissen Fällen findet keine Erklärung. Die ohnehin sehr geringe Dissoziation des Wassers soll nach der Theorie bei den Lösungen noch zurückgehen, kann also nicht für diesen Prozess herangezogen werden und einen Unterschied machen zu wollen zwischen Ionen, welche den Transport der Elektrizität, wohlverstanden der im Elektrolyten entstandenen, vermitteln, und denen, welche abgeschieden werden, für diese speziellen Fälle machen zu wollen, ist eine durch nichts zu rechtfertigende Willkür. Wollte man diese Annahme verallgemeinern, so verlöre die Theorie jeden Boden.

Warum die angenommene Zersetzung eintritt, wo die dazu nötige Energie herkommt, warum die Ionen ihre Ladungen unbegrenzt lange unverändert behalten, weshalb sie mit diesen enormen Ladungen nicht kollidieren, weshalb sie dieselben nur an die Elektroden abgeben, sind weitere Fragen, auf deren Beantwortung einfach verzichtet wird.

Das damit die seitherigen wohlbegründeten Anschauungen der Chemiker geradezu auf den Kopf gestellt werden, dass die thermochemischen Daten, sowie die Tatsachen der Chemie darauf hinweisen, dass bei der Auflösung ganz andere Prozesse als die angenommenen stattfinden, wird unbeachtet gelassen. Wie sich die Sache bei Lösungen in anderen Lösungsmitteln beim geschmolzenen oder festen Elektrolyten gestaltet, bleibt unaufgeklärt. Die Haftintensität (*le Blanc*), Elektroaffinität, das materielle, imponderable Elektron (*Nernst*) sind die Nothelfer dieser Theorie. Für jedes Problem, welches gelöst werden soll, schiessen wie bei den Köpfen der Hydra mehrere neue auf. Das ist dann doch ein sicheres Zeichen dafür, dass man mit dieser Theorie auf ein falsches Geleise geraten ist."

Den vorstehenden Ausführungen kann rückhaltlos darin beigestimmt werden, dass eine brauchbare und einwandfreie Theorie der Elektrolyse nur durch eine allseitige Erforschung des Wesens der Elektrolyten und der elektrischen Kraft, sowie durch eine gesicherte Kenntnis der Mechanik der Atome begründet werden kann. Handelt es sich doch bei der Elektrolyse im Grunde genommen nur um einen Sonderfall der Mechanik der Atome, nämlich um die Ueberwindung der Cohäsion oder besser des Cohäsionsdruckes der Atome der Radikale unter einander und gegen einander durch den mittels der elektrischen Schwingungen erzeugten Gegendruckes. Die wichtigsten zur Lösung des vorliegenden Problems dienenden Grundgesetze werden in der Schrift von *Platner* „Die Mechanik der Atome", wenn auch nur in nebensächlichen Bemerkungen, klar und deutlich erwähnt. Da diese Grundgesetze von mir in der elementaren Physik des Aethers, Teil I und II, und in meinen späteren Arbeiten in der „Elektrochemischen Zeitschrift" eingehend begründet sind, so mag hier nur kurz auf die betreffenden Sätze aus der *Platner*schen Schrift hingewiesen werden, wobei diejenigen Stellen, welche sich mit den von mir aufgestellten Grundgesetzen vollkommen decken, durch gesperrten Druck gekennzeichnet sind.

„Was zunächst den Elektrolyten anlangt, so unterscheidet er sich von den bisher betrachteten Medien, nämlich Dielektrika und metallischen Leitern, ganz wesentlich. *Bis auf den Beweis des Gegenteils muss man annehmen, dass die Atome der Metalle auch in ihren chemischen Verbindungen und sonst ihre charakteristischen Eigenschaften beibehalten, wenn dieselben auch durch die äusseren Umstände mehr oder weniger in ihrer Entfaltung beschränkt werden können.*"

Der letzte Satz ist nur eine besondere Anwendung des von mir in Teil I der „Physik des Aethers" S. 1 aufgestellten dritten Grundgesetze aller Materie: „Drittens müssen die Atome ihre sämtlichen Grundeigenschaften unter allen Umständen qualitativ und quantitativ unverändert beibehalten, mögen sie sich miteinander vermischen oder auch zu chemischen Verbindungen oder zu grösseren Atomkonglomeraten vereinigen", und unterscheidet sich nur dadurch von meinen Ausführungen, dass die Beweislast dem Gegner nach dem bekannten *Kant*schen Rezept zugeschoben wird.

Dagegen dürften die nachstehenden Ausführungen erst durch folgerichtige Bezugnahme auf die Absorptionstheorie der elektrischen Schwingungen (*Sellmeier*sche Absorptionstheorie) mechanisch vollständig begreifbar werden: „Nun sieht man aber, wie die Metallatome im gelösten Elektrolyten, im geschmolzenen, wo sie mit den verschiedensten anderen Elementen verbunden sein können, und endlich auch unter Umständen im festen Elektrolyten sich stets an der Kathode sammeln. Es muss dies also eine denselben an sich anhaftende Eigentümlichkeit sein, da sie unter so verschiedenen äusseren Bedingungen auftritt, keineswegs hat man darin eine besondere Eigenschaft der Lösungen zu erblicken. Es beruht dieses Verhalten auf ihrer Fähigkeit, welche auch sonst sie zu guten Leitern macht, nämlich wegen ihrer freien Beweglichkeit, die elektrische Kraft leicht anzunehmen. Da man nur eine Art der Elektrizität anerkennen kann, nämlich die negative, so wird ihnen diese von der Kathode aus mitgeteilt.

Der Elektrolyt kann demnach für die elektrische Kraft nicht als homogen betrachtet werden, vielmehr hat man es mit der gleichmässigen Verteilung von leitenden Teilchen in einem Dielektrikum zu tun. Es lässt sich daher hier ein mechanisches Prinzip anwenden, welches, in Worten formuliert, etwa lautet: Wirkt auf ein System eine Reihe von Kraftimpulsen derartig ein, dass nicht alle Kraftpunkte gleichmässig beeinflusst werden, so kommt es zu Potentialdifferenzen, und das System arbeitet in sich selbst. Es kommt dadurch zu Aenderungen der räumlichen Beziehungen seiner Komponenten, d. h. in diesem Falle also bei der Elektrolyse zur Abscheidung bestimmter Bestandteile. Wie ein schwingender Körper andere nur unter ganz bestimmten Bedingungen (Resonatoren) zum Mitschwingen bringt, so sind auch Bestandteile eines gelösten Elektrolyten in ganz verschiedenem Grade befähigt, die elektrische Energie anzunehmen."

Obwohl *Platner* im Schlussatz das Bild des schwingenden Körpers zur Erklärung des elektrolytischen Vorganges wählt, verlässt er doch die damit beschrittene richtige Bahn der Ableitung der Theorie der Elektrolyse aus der elektrischen Schwingungstheorie und wendet sich nunmehr der mathematischen Formulierung des richtig erfassten Vorganges durch die an sich nicht strenge *Maxwell*sche Theorie der Elektrizität zu und gerät dadurch auf Abwege, welche hier nicht näher berührt werden sollen. Sicher und schneller wäre er zum Ziele gelangt, wenn er entsprechend dem im Anfang des Buches genommenen Anlauf durchweg die Wellentheorie seinen Deduktionen zu grunde gelegt hätte.

Zu bewundern ist, dass ihm dabei die Bedeutung des *Doppler*schen Prinzipes für die Erklärung der mechanischen Arbeitsleistungen der Aetherschwingungen nicht entgangen ist, und von ihm gleich auf Seite 3 und 4 seines Buches in folgenden Worten ganz zutreffend gekennzeichnet wird: „Für bewegte Massen gewinnt das *Doppler*sche Prinzip eine grosse Bedeutung. Dieses zuerst für Tonquellen festgestellte Gesetz, wonach bei Annäherung an eine solche der Ton höher, bei Entfernung tiefer erscheint, erklärt sich daraus, dass im ersteren Falle die Anzahl der Wellen, welche in der Zeiteinheit das Ohr treffen, grösser, im letzteren kleiner ist als im Zustand der Ruhe, und lässt sich natürlich auf jede Art von Wellenbewegung anwenden. In der Astronomie dient es bekanntlich dazu, um die Art und Schnelligkeit der Bewegung der Himmelskörper spektroskopisch zu bestimmen.

Dem Einfluss der Bewegung hat für die Elektrodynamik *Weber* Rechnung getragen in der Formel:

$$c \cdot \frac{m \cdot m^1}{r^2} \left[1 - \frac{1}{h^2}\left(\frac{d\,r}{d\,t}\right)^2 + \frac{1}{h^2}\, r\, \frac{d^2 r}{d\,t^2}\right]$$

Tisserand (*Comptes* r., Bd. 75) untersuchte die Attraktion nach dieser Formel. Der Ausdruck hat lediglich eine

empirische Bedeutung, der Wert eines Naturgesetzes kommt ihm nicht zu; dieses zu finden bleibt der Zukunft vorbehalten. Mittels der *Poggendorf*schen Schwerkraftwage lässt sich nachweisen, dass die Gravitation zu ihrer Entwickelung ebenfalls Zeit gebraucht, indem ihr Druck abnimmt, sobald der Körper mit einer Beschleunigung nach abwärts sich bewegt, sodass bei einer Geschwindigkeit von 11 000 m i. d. Sekunde ihre Wirkung überhaupt aufhören würde. Sie unterliegt also auch dem *Doppler*schen Gesetze."

Nach vorstehenden Ausführungen scheint Herr *Dr. Platner* meine Ableitung des elektrodynamischen Grundgesetzes von *Weber* aus dem *Doppler*schen Prinzip nicht zu kennen; da ihm jedoch meine Schriften, in welchen dies Problem mehrfach behandelt worden ist, nicht ganz unbekannt sein dürften, so sind wohl gerade die in Frage kommenden Abschnitte übersehen worden. Nach jenen Entwickelungen ist das elektrodynamische Grundgesetz nicht ein rein empirisches Gesetz, sondern ein aus der Vibrationstheorie sich mit Hilfe des *Doppler*schen Prinzipes ergebendes Naturgesetz, dessen Giltigkeit und Strenge sich nicht in Zweifel ziehen lassen dürfte.

Es steht daher nichts im Wege, gerade das elektrodynamische *Weber*sche Grundgesetz auch auf die Atome und deren Anziehung anzuwenden und so die theoretische Grundlage für eine rein mechanisch vertiefte Theorie der Elektrolyse zu schaffen. Wie dies mit Hilfe dieses Gesetzes und der oben angeführten Grundgesetze der Atome unter Zuhilfenahme der *Sellmeier*schen Absorptionstheorie und der in früheren Aufsätzen abgeleiteten allgemeinen Zustandsgleichung der Stoffe

$$(p + z)\,(v_t - x) = (p_o + z)\,(v_o - x)\,(1 + a)^{T_t - T_o}$$

(siehe „Elektrochemische Zeitschrift, Heft 6—8, 11. Jahrg. 1899; ferner Jahrg. 1900, Heft 10 u. s. w.) sich ohne besondere Schwierigkeit ermöglichen lässt, soll nach vorstehenden einführenden Bemerkungen im folgenden dargelegt werden.

Wie aus den Darlegungen in dem ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit hervorgeht, werden bei der Elektrolyse die zwischen den einzelnen Atomen der Elektrolyten wirksamen Kohäsionskräfte durch den Einfluss des elektrischen Stromes überwunden und nicht nur eine Lockerung bezw. Scheidung der Molekül- und Atomgruppen bewirkt, sondern diese Trennung wird in der Weise ausgeführt, dass die beiden Bestandteile des Elektrolyten, wenn man sich auf binäre Verbindungen zur Vermeidung zu verwickelter Vorgänge bei der an sich schon schwierigen theoretischen Behandlung dieses Problemes beschränkt, stets in derselben Weise und Richtung durch die Kraft des elektrischen Stromes von einander, entgegen der chemischen Bindekraft und bei gasförmig sich abscheidenden Elektrolytenteilen, auch gegen die Kohäsion der Radikale der einzelnen Radikale untereinander getrennt werden.

Die Grösse der bei der Elektrolyse aufzubrauchenden elektrischen Kraft muss also imstande sein, nicht nur die Kohäsion der Atome der einzelnen Radikale, sondern auch die chemische Bindekraft der Radikale untereinander zu überwinden. Die Grösse der bei der Elektrolyse erforderlichen Kraft richtet sich, entsprechend den zahlreichen angestellten Versuchen der Elektrochemiker nach dem *Faraday*schen Gesetze der elektrolytischen Aequivalente. Man würde daher ohne weiteres die Grundgleichung der Elektrolyse hinschreiben können, wenn die Grösse des Kohäsionsdruckes der flüssigen Elektrolytenteile, ferner die Grösse der chemischen Bindekraft oder des chemischen Druckes der Atomradikale untereinander und schliesslich auch das Gesetz bekannt wäre, nach welchem die einzelnen Atome der Elektrolyse, welche entsprechend den neueren Anschauungen über die Konstitution der Materie Bewegungen bestimmter Art (Vibrationsschwingungen) um ihr Bewegungszentrum ausführen, sich wechselseitig anziehen.

Nun habe ich die Gesetze der Kohäsion bezw. des Molekulardruckes bereits in der „Physik des Aethers" aus der *Sellmeier*schen Absorptionstheorie hergeleitet und nachgewiesen, dass der Kohäsionsdruck der verschiedenen Metalle im flüssigen Zustande im engsten Zusammenhange mit dem Leitungsvermögen derselben für den elektrischen Strom und somit auch mit der brechenden Kraft steht. Da ich in D. p. J., Bd. **317**, (Arbeit über den elektrischen Widerstand), in einer Tabelle die aus der brechenden Kraft berechneten Leitungsfähigkeiten mit der beobachteten Oberflächenspannung oder dem Kohäsionsdruck und dem Leitungsvermögen der kohärierenden Flüssigkeiten verglichen habe, so kann ich mich hier auf die Bemerkung beschränken, dass die erhaltenen Zahlenwerte trotz einzelner Abweichungen, welche, da die Versuche von verschiedenen Beobachtern und nicht an völlig gleichmässigen Stoffen angestellt worden sind, erklärlich sind, den behaupteten gesetzmässigen Zusammenhang unschwer erkennen lassen.

Ausserdem kommt hier noch als wesentlich in Betracht, dass durch die in *Wiedemanns* Annalen enthaltenen Arbeiten von *Pies Bohl* der experimentelle Nachweis geführt ist, dass die Melekularanziehung ebenso wie die allgemeine Massenanziehung mit dem umgekehrten Quadrate der Entfernung der Moleküle von einander abnimmt, dass also auch für die Cohäsionskraft der Moleküle das von mir aus dem quadratischen Wirkungsgesetze der Aeterschwingungen abgeleitete Zwischenvolumengesetz oder das sogenannte räumliche Kraftbetätigungsgesetz der statischen Schwingungen gültig ist.

Es handelt sich aber im vorliegenden Falle darum, zu ermitteln, ob dies Kraftbetätigungsgesetz der Molekularkräfte auch noch für verschiedene Temperaturänderungen gültig ist. Mit anderen Worten heisst dies, ob die von mir an anderer Stelle bereits früher für verschiedene äussere Drucke, bei beliebigen Volumen und beliebiger Temperatur aufgestellte allgemeine Zustandsgleichung der Stoffe

$$(p + z)\,(v_t - x) = (p_o + z_o)\,(v_o - x)\,(1 + a)^{T_t - T_o}$$

auch wirklich bei Berücksichtigung des Kohäsionsdruckes und des äusseren Druckes (Gasspannung) für die berechneten und beobachteten Volumina dieselben Zahlenwerte ergibt. Um dies nachzuweisen, habe ich für Quecksilber entsprechend der obigen Formel aus den in den *Landolt*schen Tabellen angegebenen Beobachtungen über Druck, Volumen und Temperatur eines Gramms Quecksilber die Werte von z, d. h. die Kohäsionsdrücke mit steigender Temperatur unter Berücksichtigung des *Bohl*schen Gesetzes berechnet und in der letzten Zahlenreihe die erhaltenen Werte zusammengestellt. In dieser Tabelle sind auch zugleich, indem $P_o = 0{,}02$ mm, $a = 0{,}00256$, $\log\,(1 + a) = 0{,}0011$ und $v_o - x = 0{,}00457$, $x = 0{,}0689831$ gesetzt wurde, auch die Volumina für die verschiedenen Temperaturen ohne Berücksichtigung der Aenderung des Gesamtdruckes durch Aenderung der Spannung der Quecksilberdämpfe mit steigender Temperatur berechnet worden. Die geringen Abweichungen der so erhaltenen theoretischen Zahlen von den Beobachtungswerten beweisen, mit welcher Genauigkeit das auf den Molekulardruck Rücksicht nehmende allgemeine Zustandsgesetz tatsächlich zutrifft.

Der beobachtete Molekulardruck z ist derjenige eines Gramm Quecksilber in Millimeter Quecksilbersäule, derselbe beträgt für die gewählte Gewichtseinheit 1 g bei 0^0 507 mm, ein Wert, welcher mit dem von *Dr. Eugen Dühring* nach ganz anderer Methode ermittelten Werte durchaus nicht stimmt und auch nicht stimmen kann, da ja *Dühring* nur einen ganz irreführenden Näherungswert nach einer falschen Methode, deren Darlegung ich hier nicht übergehen kann und zur Klarlegung des gemachten Versehens unten folgen lasse, ermittelt hat. Aus unten noch näher zu erläuternden Gründen halte ich den von mir gefundenen Wert für den richtigeren, zumal derselbe mit den Beobachtungen durchweg übereinstimmende Rechnungswerte liefert; denn der Kohäsionsdruck kann, wie schon vorweg bemerkt wird, nicht grösser als die Zug-, Druck-, Biegungs- oder Scheerfestigkeit sein.

Die letzte Zahlenreihe ist aus der allgemeinen Zustandsgleichung

$$(p + z)\,(v_t - x)\,(p_o + z_o)\,(v_o - x)\,(1 + a)^{T_t - T_o}$$

dadurch erhalten worden, dass man gemäss den *Pies Bohl*schen Versuchen

$$z\,(v_t - x) = z_o\,(v_o - x)$$

gesetzt und die Gleichung nach z aufgelöst hat. Die so erhaltene Formel lässt ohne weiteres ersehen, dass die Kohäsion mit steigender Temperatur beträchtlich abnimmt, wie ja auch durch das Experiment auf anderem Wege bereits längst festgestellt worden ist, während bei sinkender Temperatur, d. h. also bei erhöhter Wärmeabfuhr, die Kohäsion erheblich zunimmt und bei dem absoluten Nullpunkt ihrem

Tabelle für Quecksilber.

Spannung mm	Temperatur °C.	Volumen 1 g Quecksilber in ccm beobachtet	Volumen 1 g Quecksilber in ccm berechnet	Ausdehnungs-koeffizient	Differenz	Kohäsionsdruck (Zug) J für 1 g mm
0,0200	0	0,0735532	0,0735532	0,00018179	0,0000000	517
0,0268	10	0,0736869	0,0736723	0,00018180	— 0,0000146	
0,0372	20	0,0738207	0,0737944	0,00018181	— 0,0000263	
0,0530	30	0,0739544	0,0739198	0,00018183	— 0,0000346	
0,0767	40	0,0740882	0,0740484	0,00018186	— 0,0000419	
0,1120	50	0,0742221	0,0741802	0,00018189	— 0,0000407	
0,1643	60	0,0743561	0,0743154	0,00018193	— 0,0000357	
0,2410	70	0,0744901	0,0744544	0,00018198	— 0,0000275	
0,3528	80	0,0746243	0,0745968	0,00018203	— 0,0000057	
0,5142	90	0,0747586	0,0747429	0,00018209	— 0,0000004	
0,7455	100	0,0748931	0,0748927	0,00018216	+ 0,0000188	
1,0734	110	0,0750276	0,0750464	0,00018224	+ 0,0000419	
1,5341	120	0,0751624	0,0752043	0,00018232	+ 0,0000687	
2,1752	130	0,0752974	0,0753661	0,00018241	+ 0,0000996	
3,0592	140	0,0754325	0,0755321	0,00018250	+ 0,00001346	
4,2664	150	0,0755679	0,0757025	0,00018261	+ 0,00001737	
5,9002	160	0,0757035	0,0758772	0,00018272	+ 0,00002170	
8,0912	170	0,0758394	0,0760564	0,00018284	+ 0,00002648	
11,0000	180	0,0759755	0,0762403	0,00018296	+ 0,00003170	
14,8400	190	0,0761120	0,0764290	0,00018309	+ 0,00003739	
19,9000	200	0,0762486	0,0766225	0,00018310	+ 0,00003739	
242,15	300	0,0776355	0,0787878	—	—	
797,94	360	0,0784891	0,0804022	—	—	241

grössten Grenzwerte sich nähert. Als rohes Annäherungsgesetz kann man daher mit Rücksicht auf das verbesserte Zwischenvolumengesetz für die Kohäsion die Beziehung aufstellen, dass die Kohäsion unter gleichen äusseren Drucken der absoluten Temperatur umgekehrt proportional ist. Hierdurch findet die geringe Kohäsionskraft der Gase und Dämpfe sofort ihre Erklärung, insbesondere, wenn man die Schmelz- und Verdampfungswärme, wie es sein muss, ebenfalls in Rechnung zieht.

(Schluss folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Japans Schiffbauindustrie.

Einen interessanten Einblick in den hohen Stand der gegenwärtigen Schiffbauindustrie Japans gewährt ein Bericht über die letzte, im November vorigen Jahres abgehaltene Versammlung der „Japanese Society of Naval Architects“, den „Engineering“ bringt. In dem ersten Vortrag jener Sitzung wurde der Vorschlag gemacht, auch für Japan ein Schleppversuchsbassin für Schiffsmodelle zu bauen und betont, dass Japan auf diesem Gebiet nicht zurückstehen dürfe, da England, Deutschland, Frankreich, Russland, Italien, Holland und die Vereinigten Staaten bereits ihre eigenen Schleppversuchsstationen hätten, und die Veröffentlichungen über die Leistungen der englischen und deutschen Anstalten ihren hohen Wert gezeigt hätten.

Der zweite Vortrag behandelte die Festigkeitsuntersuchung zweier flachgehender Flussdampfer, die in Japan für den Dienst auf den Flüssen Chinas erbaut worden und deren Abmessungen annähernd gleich sind, deren Maschinen und Kessel aber eine verschiedene Lage im Schiffsraum haben. Das eine Schiff hat nämlich Maschinen und Kessel zusammenhängend mittschiffs, das andere durch einen langen Kohlenquerbunker getrennt. Das Ergebnis der Berechnungen zeigte dann, das bei der ersten Anordnung das auftretende Maximum der Scheerkräfte doppelt so gross ist, als bei der zweiten.

Der dritte Vortrag schildert die schwierige Bergung eines 165 ft. (50 m) langen, japanischen Schraubendampfers, der an der Küste einer der Loo Choo-Inseln gesunken war, sodass sein Heck 18 ft. (5,48 m), seine Back 48 ft. (14,63 m) unter der Wasseroberfläche lag.

Der vierte Vortrag brachte endlich einen Vergleich der Bauvorschriften für die Konstruktion der Schiffskessel und ihrer Einzelheiten, wie sie der *englische Lloyd*, *Board of Trade*, *British Corporation*, *Germanischer Lloyd*, *American Standard Registry* und das *Japanische Marinebureau* vorschreiben. In dieser Abhandlung wird dann für eine grössere Dehnbarkeit jener Vorschriften eingetreten, die hydraulische Kesseldruckprobe mit dem zweifachen Arbeitsdruck als zu weitgehend und in ihren Folgen schädlich bezeichnet, und ein neuer Vorschlag für die Prüfungsvorschriften gemacht.

Ein Zeichen für die Wertschätzung der Leistungen der japanischen Schiffbauindustrie durch das Ausland ist ferner darin zu sehen, dass für die amerikanische Regierung der Philippinen in Japan zu Jokosuka auf der Werft der *Uraga Dock Company* fünf Flusskanonenboote im Bau sind, deren erstes im Dezember letzten Jahres bereits vom Stapel gelaufen ist.

Die im Compositsystem (Aussenhaut und Deck aus Holz, Verbände aus Stahl) gebauten Fahrzeuge haben zwei Schrauben, Maschinen von 350 I. PS, die dem Schiff eine Geschwindigkeit von 10 Knoten verleihen sollen, Destillierapparate, elektrische Beleuchtung und Scheinwerfer, und eine Armierung, die aus einer 3,7 cm Schnelladekanone und zwei Maschinenkanonen besteht. Die Hauptabmessungen der Kanonenboote sind: „Länge 42 m, Breite 7 m und Tiefgang 0,40 m.“

Auch in dem Bau grosser Trockendocks, die zur Aufnahme der modernen Schiffskolosse eingerichtet sind, hat Japan in den letzten Jahren Ausserordentliches geleistet.

Elektrischer Geschwindigkeitsmesser, Syst. Scholkmann.

Le génie civil 17. I. 03.

Der elektrische Geschwindigkeitsmesser, System *Scholkmann*, dient hauptsächlich zur Bestimmung der Geschwindigkeit von Eisenbahnzügen. Er besteht aus zwei Teilen, einem auf einer Tenderachse befestigten Uebermittlungsapparat und einem an einem beliebigen Ort angebrachten Empfänger. Beide Teile sind durch zwei Drähte verbunden.

Der Uebermittler ist eine möglichst einfach und solide gebaute Wechselstrommaschine, deren elektromotorische Kraft proportional der zu messenden Geschwindigkeit ist. Der feststehende Teil ist ein aus Eisenblechen zusammengebauter Eisenring mit 12 Polansätzen im Inneren. Davon werden 6 mit Gleichstrom aus einer kleinen Akkumulatorenbatterie erregt. Die dazwischen liegenden 6 Pole tragen eine Wicklung, in denen der Wechselstrom induziert wird. Jeder solche Wechselstrompol befindet sich also zwischen einem Nord- und einem Südpol.

Der bewegliche Teil ist ein gleichfalls aus Blechen zusammengesetzter 6poliger Stern. Dadurch nun, dass jeder Polschuh die Wechselpole abwechselnd mit einem Südpol oder einem Nordpol verbindet, bilden sich wechselnde magnetische Kreise. Durch den Wechselpol schliessen sich nacheinander die Kraftlinien des Süd- und dann des Nordpols, und dieser Wechsel induziert in den Windungen den Wechselstrom.

Der Empfänger ist ein Zweiphasenmotor. Sein feststehender Teil ist ein aus Eisenblechen zusammengebauter Ring mit 4 Polansätzen. Der rotierende Teil trägt am Umfang eine Aluminiumtrommel.

Der vom Uebermittler kommende Wechselstrom geht durch einen Vorschaltewiderstand, dessen Bedeutung später erörtert wird, und teilt sich dann in zwei Zweige. Der eine durchfliesst einen induktiven Widerstand und zwei gegenüberliegende Wicklungen, der zweite einen induktionslosen Widerstand und die beiden anderen Pole. Das so entstandene Zweiphasendrehfeld sucht die einen Zeiger tragende Aluminiumtrommel mitzunehmen, doch wird dieses Drehmoment von einer Feder aufgenommen. Die Skala ist empirisch nach Kilometer und Stunde geeicht.

Um falsche Angaben infolge von Spannungsschwankungen in der Erregerbatterie zu verhüten, benutzt man einen Vorschaltewiderstand mit entsprechend hohem Temperaturkoeffizienten.

Um schliesslich noch der Abnützung der Radbandagen Rechnung zu tragen, macht man den Vorschaltewiderstand in ganz engen Grenzen regulierbar.

Chemisch-technische Neuerungen der letzten Jahre in der Fabrikation von Portlandzement

werden von Dr. *Ferdinand R. v. Arlt* in der „Oesterreichischen Chemikerzeitung", Jahrg. V, No. 23, besprochen. In den letzten Jahren ist dem Portlandzement ein gefährlicher Konkurrent in dem billigeren Schlackenzement erwachsen. Wenn nun zwar für letzteren eine unbedingte Gleichwertigkeit mit dem Portlandzement auch noch nicht erwiesen ist, so hat doch schon das Erscheinen des Schlackenzementes im Handel die Portlandzementfabrikation gezwungen, den Marktpreis zu erniedrigen und infolgedessen auch, wenn möglich, die Herstellungskosten zu verringern. Letzteres kann durch Vereinfachung des Herstellungsverfahrens, durch Verminderung des Brennstoffverbrauches oder durch Verwendung billigen Rohmaterials geschehen. Als billigeres Ausgangsmaterial kommt gegenüber Ton, Kalk, Mergel u. s. w. wohl nur Hochofenschlacke in betracht, bei deren Verwendung in den meisten Fällen gleichzeitig Vereinfachung des Verfahrens, bezw. Ersparnis an Heizmaterial erzielt werden soll, infolge Ausnützung der Wärme, welche in der den Hochofen flüssig verlassenden Schlacke aufgespeichert ist. Jedoch dürften sich die meisten Hochofenschlacken trotz ihrer scheinbar günstigen chemischen Zusammensetzungen nicht ohne weiteres an Stelle des Tones verwenden lassen. Andererseits ist es jedoch höchst wahrscheinlich, dass gerade diese Verfahren neue Wege für die Herstellung von Portlandzement aus Ton und Kalk weisen werden.

Da das Brennen des Zementes von grosser Wichtigkeit ist, so ist es auch erklärlich, dass sich wohl die grösste Anzahl der auf dem Gebiet der Zementfabrikation gemachten Verbesserungen auf die Brennapparate beziehen. Sicherlich vermag heute jeder der drei Typen, Schachtofen, Ringofen und Drehrohrofen, Vorzügliches bei geringem Brennstoffverbrauche zu leisten. Die meisten dieser Verbesserungen beziehen sich auf konstruktive Ausgestaltungen der zu verwendenden Brennapparate und handelt es sich in der Regel dabei um Einhaltung besonderer Querschnittsverhältnisse oder Vorrichtungen zur Regelung des Luftzuges. Am meisten Interesse beanspruchen die Versuche, welche das alte Problem der Kühlung der Ofenwände sowie die gleichzeitige Nutzbarmachung der sonst durch Strahlung verloren gehenden Wärme zu lösen suchen. *Lessing* und *Rheinfeld* (D. R. P. No. 125251 und Oe. P. No. 4562) verwenden als feuerfestes Futter rotierender Brennöfen ein poröses, mit Kanälen durchsetztes Material. Die Kanäle selbst stehen wiederum mit einer Druckluftleitung in Verbindung. *C. F. Theurer* und *H. Chr. Hansen* lassen die Luft, welche beim Durchstreichen der Kühlzone die Wärme der Klinker aufgenommen hat, durch Injektoren aufsaugen und Generatoren zuführen, welche zur Herstellung des für den Betrieb von Schachtöfen mit Gasfeuerung nötigen Gases dienen und seitlich der Sinterzone in den Ofen eingebaut sind (Oe. P. No. 7058). Eine Verwertung der bei dem Betriebe rotierender Oefen alter Konstruktion verloren gehenden Klinkerwärme bezweckt das Verfahren von *Lathbury* und *Spackman* (E. P. No. 5346 vom Jahre 1901), welche über die den Ofen verlassenden Klinker einen Luftstrom blasen und denselben, noch heiss mit dem Brennmaterial gemischt, dem Ofen zuführen. Das Patent von *Lessing* und Dr. *Wolff* (D. R. P. No. 125250) beruht auf der Teilung in Verbrenn-, Sinterungs- und Kühlofen. Hiernach wird die Rohmasse in einem rotierenden Ofen vorgewärmt und dann in den Schachtofen eingeführt, in welchem sie durch Widerstände zerstreut, einer Flammensäule entgegen herabrieselt, wobei sie bis zur Sinterung erhitzt wird. In einem zweiten Drehofen gibt dann die Masse ihre Wärme an einen ihr entgegengeführten Luftstrom ab.

Es ist das Verdienst von *Michaelis*, nachgewiesen zu haben, dass überbrannter, d. h. über die Sinterungstemperatur gebrannter Zement sehr wohl noch brauchbar ist, vorausgesetzt jedoch, dass ein derartiger Zement rasch abgekühlt wurde. Das gleiche gilt vom Schlackenzement. Demzufolge wird nach *v. Forell* (E. P. No. 23443 vom Jahre 1901) geschmolzene Hochofenschlacke gegen eine kalte Fläche geschleudert. Bei diesem Verfahren findet zugleich auch eine Entschweflung der Schlacken statt. Entschweflung bezweckt auch das Verfahren von Dr. *Wormser* (D. R. P. No. 122300), welches der Rohmasse gewöhnlichen Zementes ungefähr 1–5 pCt. Chlorkalk hinzusetzt, wodurch der Schwefel als Chlorschwefel verflüchtigt, das Eisen aber oxydiert wird. Andere Verfahren zur Beseitigung des Schwefels aus den Schlacken stammen von *Passow* (Zufuhr von Sauerstoff) (D. R. P. No. 128281, No. 128282 und Oe. P. No. 8963) und *Wuth* (D. R. P. No. 128252). Ersterer presst Luft in die geschmolzene Schlacke, letzterer durchtränkt den Kalk, welcher der gemahlenen Schlacke zuzusetzen ist, mit einer Lösung von Natriumnitrat.

Zur Herstellung weissen Portlandzementes wird nach *Ehemann* (D. R. P. No. 110523 und Oe. P. No. 3686) eisenfreier Kalk und Ton mit Feldspat, der auch durch eisenfreie saure kieselsaure Fritten und Gläser ersetzt werden kann, bis über die Sinterung gebrannt wird. Um Portlandzement herzustellen, welcher der Einwirkung von Seewasser widersteht, gebraucht *Potter* (E. P. No. 15132 aus dem Jahre 1899) einen Zusatz gebrannten Tones zum Portlandzement. *Michaelis* (E. P. No. 3768 vom Jahre 1901) sucht die Seewasserbeständigkeit des Portlandzementes dadurch zu erreichen, dass es das Aluminium durch die Oxyde von Eisen, Mangan oder Chrom ersetzt. *Dr. Hcp.*

Als Material für die Herstellung feuerfester Oefen

findet nach einer Mitteilung der „Zeitschrift für Heizung, Lüftung und Beleuchtung" 7. Jahrg. No. 14, das Karborundum, die Kohlenstoffverbindung des Silciums ($Si\,C$) erfolgreiche Verwendung. Nach den bis jetzt allgemein verbreiteten Anschauungen hielt man für die Errichtung feuerfester Anlagen nur ein Material für verwendbar, welches gleichmässig aus feuerfester Masse besteht. Versuche, die von der *Aktiengesellschaft für feuerfeste Industrie* in Düsseldorf angestellt wurden, haben indessen gelehrt, dass auch weniger widerstandsfähige Stoffe, die mit einem Ueberzug von Carborundum versehen sind, so hochgradrig feuerfest werden, dass sie den höchsten in der Feuerungstechnik vorkommenden Hitzegraden zu widerstehen vermögen. Die Herstellung eines solchen Ueberzuges geschieht derart, dass man das Carborundum mit einem geeigneten Bindemittel, Ton, Wasserglas etc. zu einem mässig dicken Brei anrührt und diesen in passender Weise auf das Material aufträgt, wobei man es völlig in der Hand hat, den besonderen Verhältnissen durch grössere oder geringere Dicke der Schicht Rechnung zu tragen. Für Steine gestaltet sich das Verfahren viel einfacher, indem man sie in den Corborundumbrei eintaucht. Die naheliegende Befürchtung, dass der Ueberzug nicht festhaften und bei der Einwirkung höherer Hitzegrade abbröckeln möchte, erwies sich als völlig grundlos. Im Gegenteil zeigte der Ueberzug ein unerwartet hohes Haftungsvermögen und grosse Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen. — Sehr aussichtsreich erscheint die Tatsache, dass sich die Anbringung eines solchen Ueberzuges an bereits fertigen, aus gewöhnlichem Material hergestellten Oefen ohne Schwierigkeiten durchführen lässt und die so behandelten Oefen sehr gute Ergebnisse liefern. Ein durch Bestreichen mit Wasserglas-Carborundumgemisch mit einem 2 mm starken Ueberzug versehener, bereits stehender Ofen, hielt sehr hohe Hitzegrade ohne Nachteile aus, und bei seinem Abbruche zeigte sich, dass die zu seiner Herstellung verwandten Steine nicht im geringsten angegriffen waren. *Dr. Hgr.*

Zement als Dichtungsmittel für Dampfkessel.

Begreiflicherweise eignet sich der Zement nicht als Dichtungsmittel an Stellen, die häufigen, starken Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Wohl aber ist seine Verwendung bekanntlich sehr wertvoll für die Abdichtung von Mannlochverschlüssen. — Man benutzt zu diesem Zwecke einen recht fein gemahlenen, vor dem Gebrauch nochmals abgesiebten, langsam bindenden Zement. Der durch Verrühren mit Wasser entstehende Brei wird auf die vorher gut gereinigte und mit Wasser benetzte Abdichtungsfläche ca. 2 Finger dick aufgetragen. Nunmehr wird der Mannlochdeckel so aufgesetzt, dass er mit seiner ganzen Dichtungsfläche gleichmässig aufliegt und dann werden die Schrauben gleichmässig und fest angezogen. Etwa 3—4 Stunden später kann der Kessel gefüllt und in Betrieb genommen werden. Ein Nachziehen der Schrauben ist nicht nötig.

Die Anwendung des Zementes zu dem eben erwähnten Zwecke bewährt sich, nach der Zeitschrift „Alkohol", 13. Jahrg. No. 1, seit Jahren in einer mit 13 Atm. Ueberdruck arbeitenden Batteriekesselanlage. Die Erfahrung lehrte hierbei, dass nur breite Flächen, die womöglich durch Dichtungsriefen ein Herauspressen des Zementes verhindern, unbedingt zuverlässig wirken. Für glatte Abdichtflächen empfiehlt sich die Verwendung von Zementmannlochringen. Es sind dies Schläuche aus billigen Stoffen, die in der erforderlichen Länge abgeschnitten, mit Zementmehl gefüllt und zu Ringen zusammengenäht werden. Der gefüllte Schlauch wird durch Einlegen in Wasser plastisch gemacht und dann wie ein gewöhnlicher Mannlochring verwandt. — Als Vorteile, die mit der Verwendung dieses Dichtungsmittels verknüpft sind, werden sowohl die Zuverlässigkeit der damit hergestellten Dichtungen, als auch die nicht unwesentliche Ersparnis an Betriebskosten angeführt.

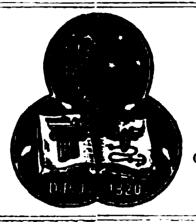
Dr. Hgr.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 17. Berlin, 25. April 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Die Technik auf der Ausstellung für Kartoffelverwertung.

Von Professor **Gustav Fischer**.

Im Institut für Gärungsgewerbe in Berlin wird neuerdings alljährlich von den Vereinen, welche an der Verwertung der Kartoffeln und der aus ihnen gewonnenen Produkte interessiert sind, eine Ausstellung veranstaltet. Die im Februar d. J. abgehaltene Ausstellung wies nun erhebliche Fortschritte auf den in Betracht kommenden Gebieten auf, und soweit diese für den Ingenieur von Interesse sind, sollen sie im folgenden kurz dargelegt werden.

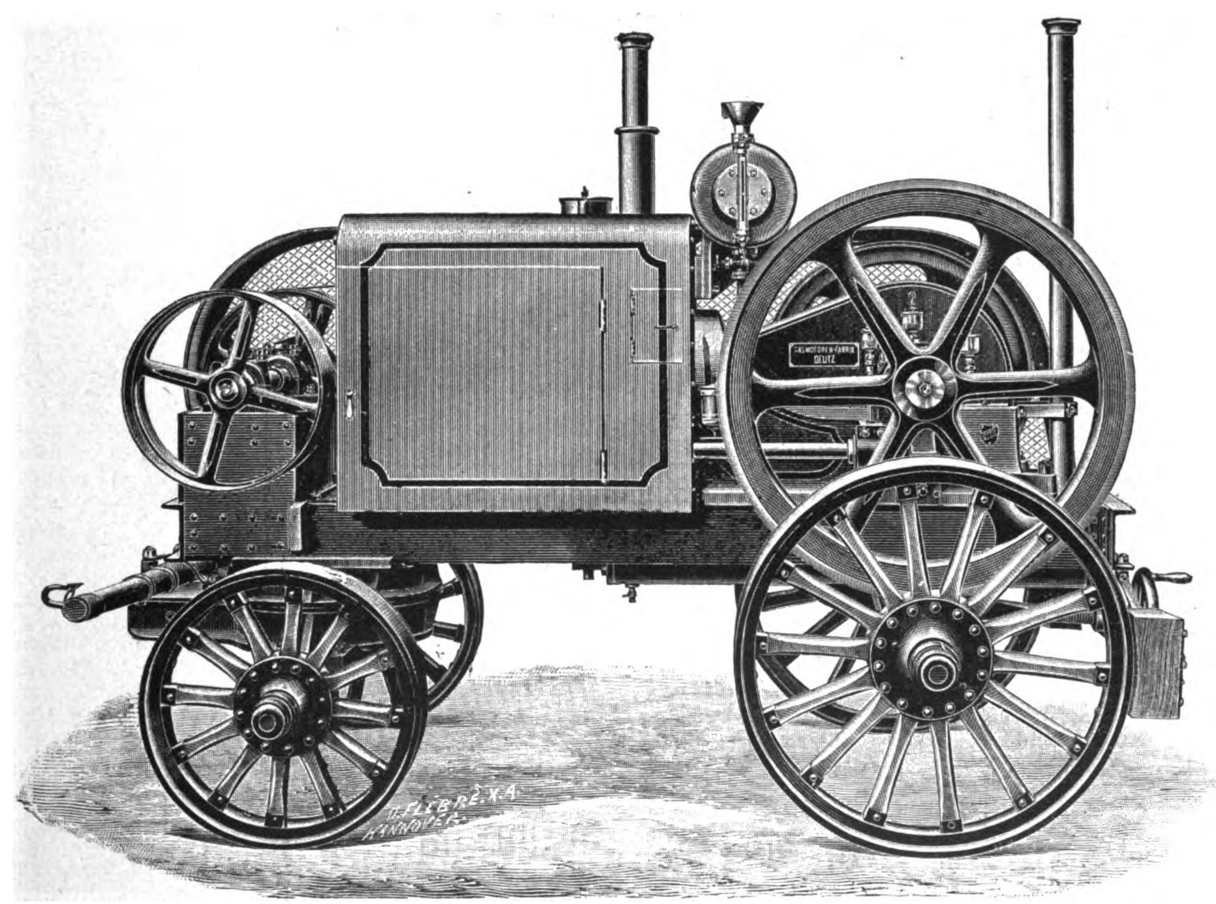


Fig. 1.
Spirituslokomobile der Gasmotorenfabrik Deutz.

Namentlich zwei Gruppen der Ausstellungsgegenstände verdienen von unserem Standpunkt aus Beachtung: die Spiritusmotoren und die Apparate zur Kartoffeltrocknung.

Die Spiritusmotoren.

Die Versuche, den Spiritus zum Betriebe von Explosionskraftmaschinen zu verwenden, sind vor einigen Jahren von einer Reihe von Fabriken, welche sich mit dem Bau von Gasmaschinen beschäftigen, begonnen und mit Ausdauer fortgesetzt worden. An sich bietet ja der Betrieb eines Benzin- oder Petroleummotors mit Spiritus nicht die mindeste Schwierigkeit, einzelne Annehmlichkeiten, wie die Geruchlosigkeit der Abgase und das namentlich dem Petroleum gegenüber sehr vorteilhaft ins Gewicht fallende Fehlen schmieriger Verbrennungsrückstände, sprechen sogar sehr zu seinen Gunsten. Bis vor kurzem scheiterten aber die Bemühungen, dem Spiritus für motorische Zwecke weitere Verbreitung zu verschaffen, an der Höhe der Betriebskosten. Spiritus von 90 Vol. v. H. Alkoholgehalt entwickelt etwa 5500 W.E/kg, Benzin und Petroleum dagegen etwa 10250 W.E/kg, der Preis beträgt für 1 kg Spiritus 20—21 Pfg. (entsprechend 16,5—17,5 Pfg. f. d. l bei Bezug von der Zentrale für Spiritusverwertung in Mengen unter 5000 kg), für 1 kg Benzin etwa 24 Pfg., für 1 kg Petroleum 22 Pfg. Daraus

folgt, dass 1000 W.E. aus Spiritus erzeugt 3,64—3,82 Pfg. kosten, aus Benzin 2,34 Pfg. und aus Petroleum 2,14 Pfg. Solange es also nicht gelungen war, die Wärmeausnützung in Spiritusmotoren vollkommener zu gestalten, als es in Benzin- und Petroleummotoren möglich ist, war der Betrieb mit Spiritus zu kostspielig.

Im letzten Jahre ist nun durch Ausnützung der günstigen Eigenschaften des Spiritus ein Ergebnis erreicht worden, wie bei keinem anderen Wärmemotor: der thermische Wirkungsgrad beträgt bei den besten Spiritusmotoren rund 32 v. H. Damit sind diese auch in wirtschaftlicher Beziehung den Petroleum- und Benzinmotoren ebenbürtig geworden, bei denen die Ausnützung im günstigen Falle rund 21 v. H bei Benzin und rund 19 v. H. bei Petroleum beträgt.

Nachgewiesen wurden diese Fortschritte durch die Prüfung von Spirituslokomobilen, welche die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft im Frühjahr 1902 in Berlin veranstaltete. An dieser Prüfung beteiligten sich: 1. *Gasmotorenfabrik Deutz*, Köln-Deutz, 2. *Dürr-Motoren-Gesellschaft m. b. H.*, Berlin SW., 3. *Gebr. Körting*, Körtingsdorf, 4. *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin, A.-G.*, Marienfelde (2 Maschinen), 5. *Dresdner Gasmotorenfabrik vorm. Moritz Hille*, Dresden-A. (2 Maschinen), 6. *Motorenfabrik Oberursel A.-G.*, Oberursel, 7. *Maschinenbau-A.-G. vorm. Ph. Swiderski*, Leipzig-Plagwitz, 8. *Ullrich & Hinrichs, A.-G.*, Ratingen. Die Firmen unter No. 1, 2, 4 und 6 haben ihre Motoren auch auf die Ausstellung für Kartoffelverwertung geschickt.

Die Prüfung, über welche kürzlich ein Bericht[1]) veröffentlicht worden ist, ergab als wesentlichstes Resultat, dass es den Konstrukteuren gelungen ist, durch Erhöhung des Kompressionsgrades den Spiritusverbrauch sehr niedrig zu halten. Es seien an der Hand des Prüfungsberichtes hier zunächst einige Angaben über die mit Preisen ausgezeichneten Lokomobilen gemacht.

Die *Gasmotorenfabrik Deutz*, welche einen ersten Preis und den vom Kaiser gestifteten Siegerpreis erhalten hat, führte eine nom. 12 PS Lokomobile vor, deren Zylinderdurchmesser 210 mm bei 300 mm Kolbenhub beträgt, die Umdrehungszahl ist 280. Der Kompressionsgrad beträgt 8,90. Sämtliche Ventile sind zwangläufig gesteuert, und die Regulierung erfolgt durch einen Zentrifugalregulator in der Art, dass durch Verschieben eines abgeschrägten Nockens sowohl die Spiritus-, wie die Luftmenge verändert wird. Bei dieser Regulierung durch Veränderung der Füllung ist der Gang der Maschine etwas gleichmässiger als bei der im allgemeinen mehr gebräuchlichen Aussetzerregulierung, und bei schwacher Belastung werden Versager, die sonst wohl infolge Abkühlung entstehen können, sicher vermieden. Die Kühlung des Zylinders ist als Verdampfungskühlung ausgebildet, d. h. der Wasservorrat bleibt ruhig im Kühlraum und nimmt, da er offen verdampft, sehr bald die Siedetemperatur an. Die Lokomobile ist in Fig. 1 in äusserer Ansicht dargestellt.

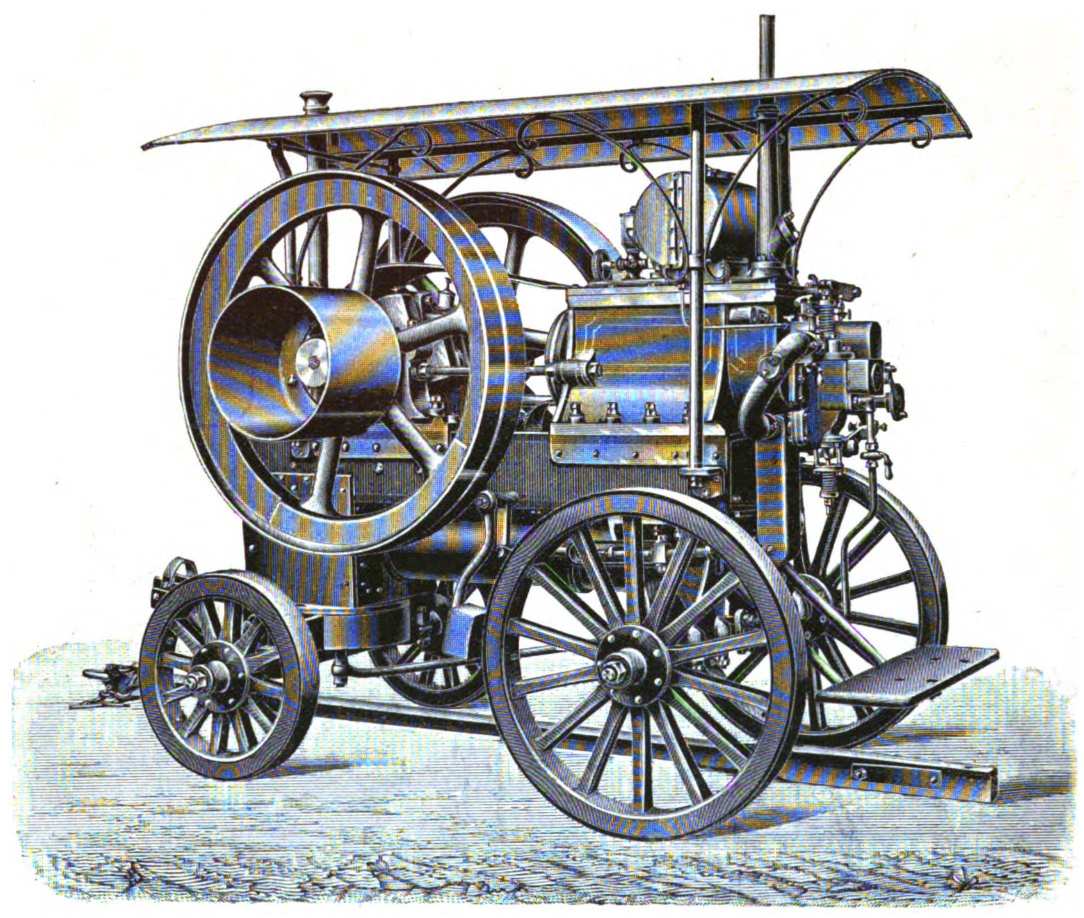


Fig. 2.
Spirituslokomobile System Marienfelde.

Ebenfalls einen ersten Preis erhielt die *Motorfabrik Berlin-Marienfelde*, jetzt *Daimler Motoren-Gesellschaft, Zweigniederlassung Berlin-Marienfelde*, die eine 14 PS- und eine 6 PS-Lokomobile, System *Marienfelde*, zur Prüfung stellte. Auch diese Motoren (s. Fig. 2), sind mit Verdampfungskühlung ausgerüstet, sie regulieren durch Aussetzer derartig, dass bei zu grosser Geschwindigkeit das Einströmventil und das Spiritusventil nicht geöffnet werden, so dass kein Gasgemisch angesaugt werden kann. Die 14 PS-Lokomobile macht bei 250 mm Zylinderdurchmesser und 400 mm Hub 200 Umdrehungen i. d. Min. Ihr Kompressionsgrad ist 10,26.

Je ein zweiter Preis wurde der *Dürr-Motoren-Gesellschaft* und der *Dresdner Gasmotorenfabrik* zugesprochen. Die *Dürr*-Lokomobile weist einen eigentümlichen Bau auf, der aus dem Gedanken heraus gewählt ist, die Massenbewegungen auszugleichen. Es sind deshalb 2 Kolben in dem langen Zylinder angeordnet, welche in jedem Augen-

[1]) Die Hauptprüfung von Spirituslokomobilen 1902. Prüfungsbericht, erstattet von Prof. Dr. *Eugen Meyer*-Charlottenburg. (Heft 78 der „Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft".)

blick entgegengesetzt gerichtete Bewegungen ausführen, die durch Pleuelstangen, zweiarmige Hebel und wiederum Stangen auf die unter dem Zylinder liegende Kurbelwelle übertragen werden. Die ganze Maschine ist in einem kesselartigen, vor Schmutz schützenden Gehäuse untergebracht, so dass die Lokomobile in den Umrissen einer Dampflokomobile ähnlich wird, zumal der Rückkühler für das Kühlwasser die Form des Schornsteins besitzt. Die für nom. 16—20 PS bemessene Lokomobile hat 226,5 mm Zylinderdurchmesser, 518 mm Hub und eine minutl. Umdrehungszahl von 280. Der Kompressionsgrad beträgt 6,68. Reguliert wird durch Aussetzer mittels Offenhaltens des Auspuffventils, die Kühlung ist eine Umlaufkühlung.

Der nom. 8—11 PS-Motor von Dresden hat bei 200 mm Zylinderdurchmesser und 400 mm Hub eine Umdrehungszahl von 200 i. d. Min. Er besitzt Umlaufkühlung und Aussetzerregulierung, bei welcher ähnlich der Marienfelder Konstruktion durch ein Regulierpendel bei zu raschem Gang das Oeffnen des gesteuerten Einströmventils verhindert wird. Der Kompressionsgrad beträgt 6,26.

Alle Motoren werden zweckmässig mit Benzin angelassen, weil zum Betrieb mit Spiritus eine angemessene Erwärmung des Vergasers notwendig ist. Das Umschalten auf Spiritus kann durchschnittlich 2 Min. nach dem Beginn des Anlassens erfolgen.

In der folgenden Tabelle sind die Zahlen für den Spiritusverbrauch für 1 gebremste PS-Std. bei verschiedener Belastung, und der zugehörige Wirkungsgrad zusammengestellt, daneben sind noch die durch den Indikator gemessenen Spannungen der Kompression und Explosion angegeben.

Für einen Motor von nom. 12 PS betragen daher die Brennstoffkosten unter Zugrundelegung der Versuche am Deutzer Motor bei Vollbelastung und 365 g Spiritusverbrauch 7,3—7,6 Pfg., bei halber Belastung (6,27 PS) und 507 g Verbrauch 10,1—10,6 Pfg. Die entsprechenden Zahlen sind für Benzin 7,1 und 10,4 Pfg., für Petroleum 7,3 und 10,8 Pfg.

Es ist natürlich, dass auf der Ausstellung, deren Besucher ja in ihrer Mehrheit landwirtschaftlichen Kreisen angehörten, die für Landwirtschaftsbetriebe besonders verwendbaren Lokomobilen unter den Spiritusmotoren sehr stark vertreten waren.

Neuerdings hat der Spiritusmotor sich auch als Kraftquelle für Feld- und Grubenbahnen seinen Platz gesichert. Für solche Bahnen ist die Anwendung von Explosionsmotoren wegen ihrer Feuersicherheit, raschen Inbetriebsetzung und wegen des Umstandes, dass die Maschine in den Betriebspausen nicht unter Dampf gehalten zu werden braucht, recht vorteilhaft. Für Grubenbahnen kommt noch hinzu, dass Dampflokomobilen wegen ihrer Rauchbildung ohne weiteres ausgeschlossen sind. Petroleumlokomobilen haben dafür allerdings die unangenehme Eigenschaft, durch ihre Auspuffgase die Luft zu verschlechtern, so dass in Gruben wohl nur Benzin oder Spiritus in Betracht kommen. Versuche von Dr. *Carl Hohmann*-Düsseldorf an einer 6 PS-Benzinlokomotive von Deutz haben ergeben, dass die Abgase von

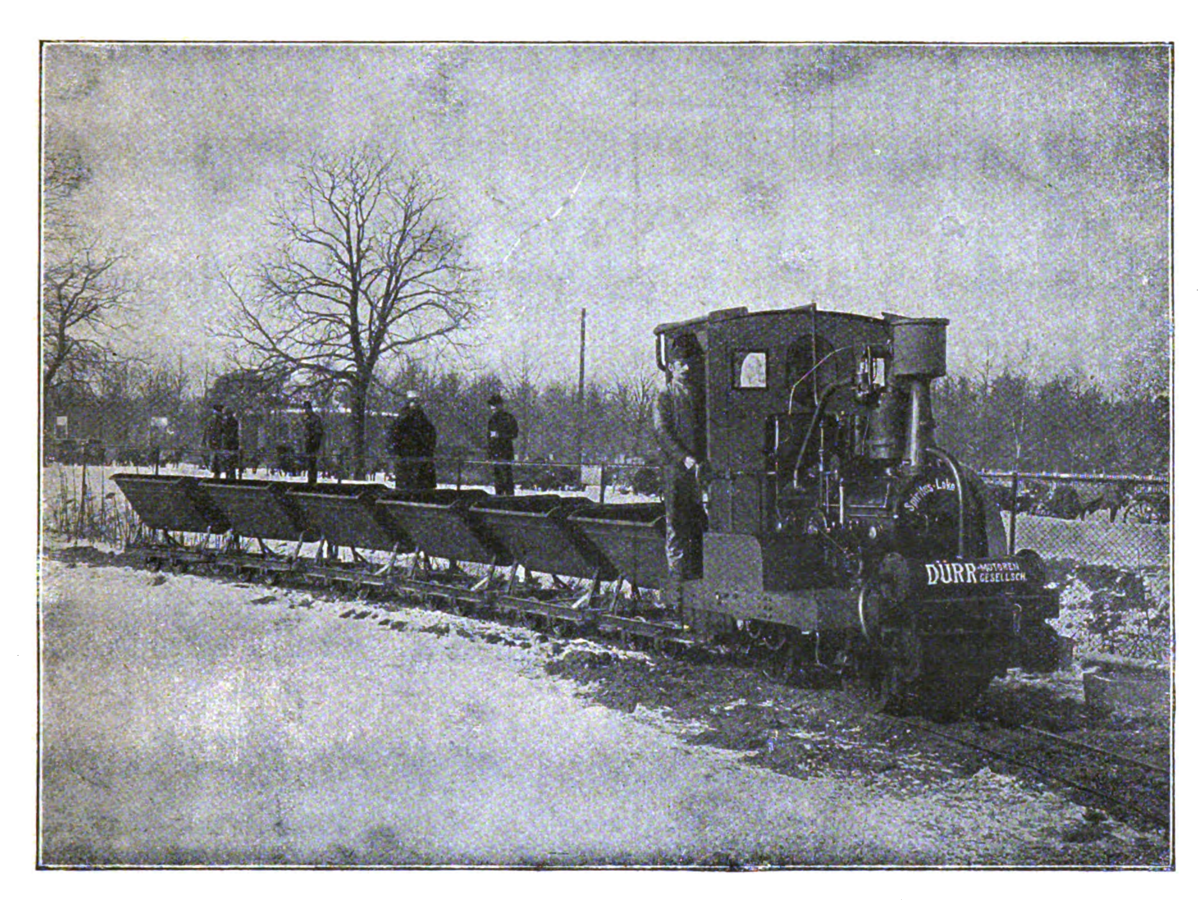


Fig. 3.
Spirituslokomotive der Dürr-Motoren-Gesellschaft.

Fabrikant	Bremsleistung PS	Spiritusverbrauch für 1 PS/Std. g	Wirkungsgrad v. H.	Kompressions-Ueberdruck Atm.	Explosions-Ueberdruck Atm.
Gasmotoren-Fabrik Deutz	16,80	364,9	31,6	13,6	33
	12,09	389,1	29,6	9,6	19
	6,27	507,1	22,7	5,4	12,5
	0	2105,3 i. d. Stunde	—	2,6	8
Marienfelde	19,77	352,0	32,7	16	32
	15,19	396,9	29,0	15	30
	7,34	507,7	22,7	12	28
	0	1596,8 i. d. Stunde	—	10	23
Dürr	22,44	383,8	30,0	7,1	22
	19,14	411,8	28,0	7,1	21,5
	9,86	532,8	21,6	7,3	17
	0	2901,4 i. d. Stunde	—	7,1	12,2
Dresden	14,14	503,8	22,9	10	31
	9,85	532,0	21,7	10	31
	4,98	682,7	16,9	10	32
	0	1950,7 i. d. Stunde	—	10	30

unverbrannten Rückständen weniger als 0,1 v. H., von Kohlensäure 0,62 cbm für jede Pferdestärkenstunde enthalten, d. h. durchschnittlich weniger als von einem Pferde bei gleicher Leistung erzeugt werden (nämlich 0,57—0,76 cbm). Für Spirituslokomotiven wird die Zusammensetzung jedenfalls nicht schlechter sein.

Spirituslokomotiven waren ausgestellt von der *Gasmotorenfabrik Deutz*, von der *Motorenfabrik Oberursel* und von der *Dürr-Motoren-Gesellschaft*. Eine Abbildung der letzteren gibt Fig. 3. Die Anordnung der Motoren ist dieselbe wie bei den Lokomobilen, bei *Deutz* und *Dürr* liegend, bei *Oberursel* stehend.

Endlich ist noch der Verwendung der Spiritusmotoren für Schiffszwecke zu gedenken, wovon die Ausstellungen von *Daimler* und von *Deutz* Beispiele boten. *Daimler*-Marienfelde hatte in den ersten Tagen nach Eröffnung der Ausstellung einen vierzylindrigen 50 PS-Motor vom Typus des in Fig. 4 dargestellten 25 PS-Motors ausgestellt, welcher für die Kaiserlich Russische Marine bestimmt ist und zum Betrieb einer Beleuchtungsdynamomaschine dienen soll. Dieselben Motoren werden auch zum Antrieb der Schraubenwelle in Booten benutzt und können mit Benzin oder Spiritus gespeist werden. Naturgemäss muss deshalb die Kompression in mässigen Grenzen gehalten werden, sie beträgt 6 Atm., sodass der Verbrauch an Spiritus höher ist als unter günstigen Verhältnissen.

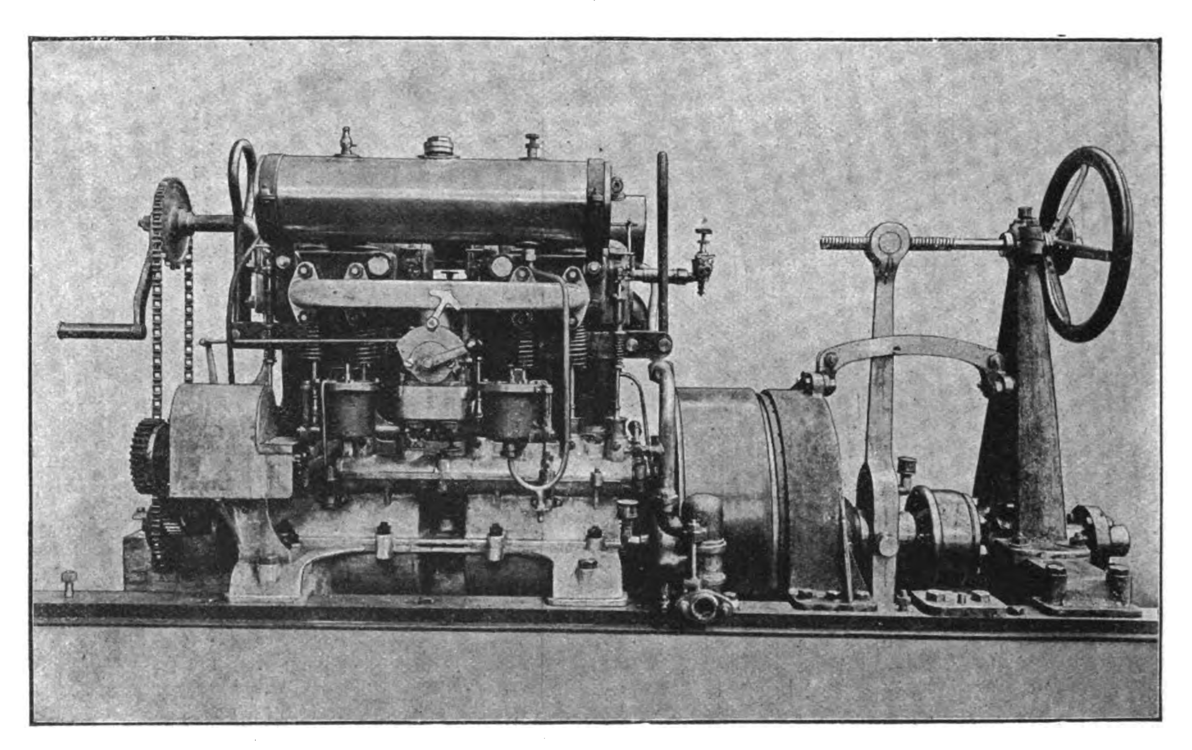


Fig. 4.
25 PS-Bootsmotor der Daimler-Motoren-Gesellschaft.

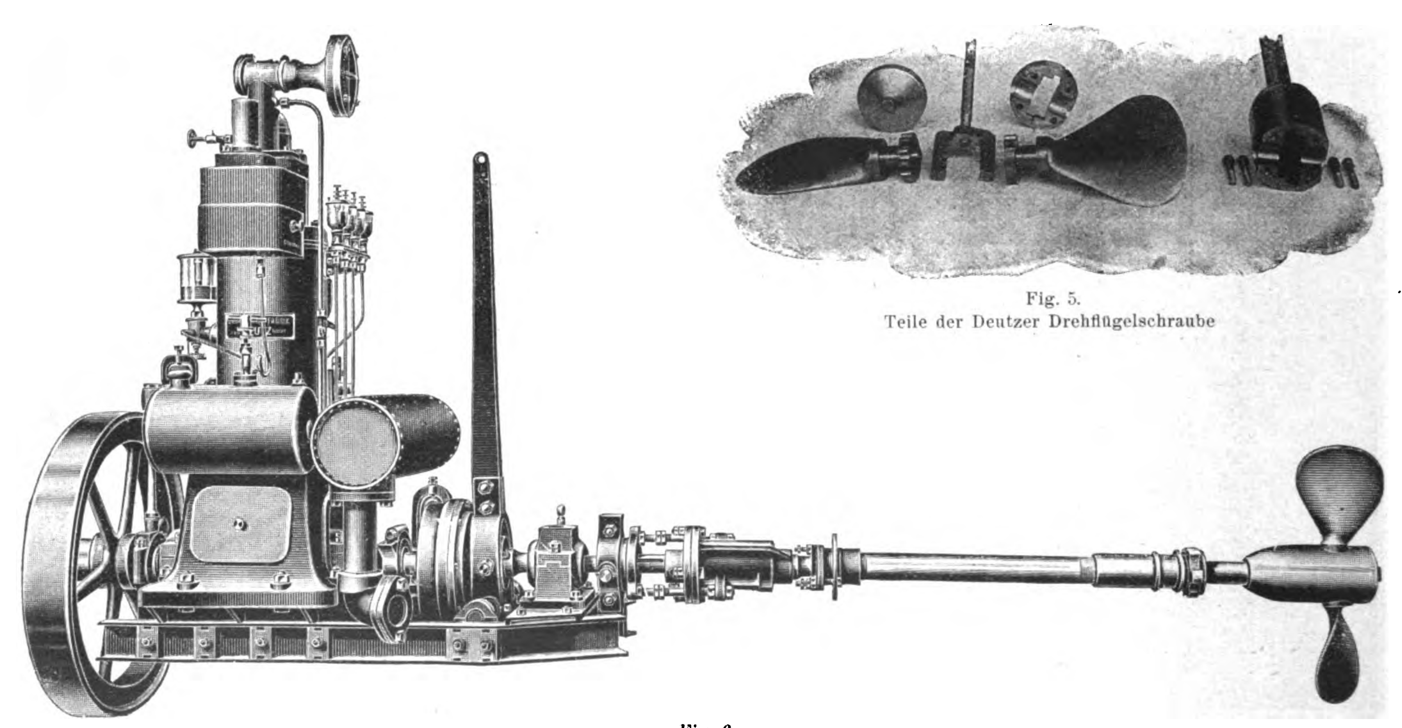


Fig. 5.
Teile der Deutzer Drehflügelschraube

Fig. 6.
8 PS-Bootsmotor mit Drehflügelschraube der Gasmotorenfabrik Deutz.

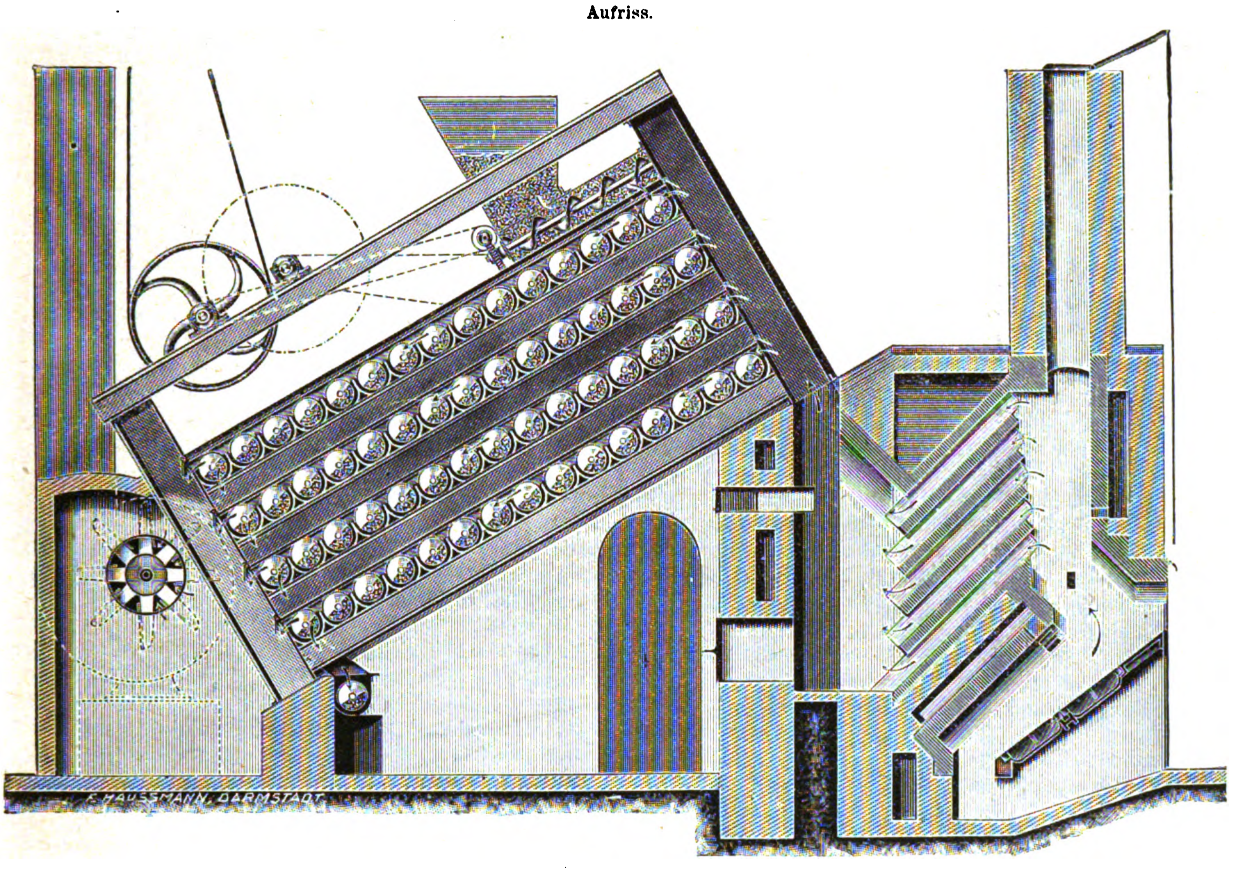
An dem 8pferdigen Bootsmotor von *Deutz* verdiente die *Drehflügelschraube* Beachtung. Wie Fig. 5 erkennen lässt,

sind die beiden Schraubenflügel nicht fest an der Welle angebracht, sondern in ihrer Neigung verstellbar. Die Verstellung erfolgt durch einen Handhebel (vgl. Fig. 6), mittels dessen eine durch die hohle Welle gehende Stange in der Längsrichtung verschoben werden kann. Am Ende trägt diese Stange eine Gabel mit Verzahnung, in welche die an den Flügeln sitzenden Zahnradsegmente eingreifen. Durch eine Verstellung des Handhebels wird daher eine Drehung der Schraubenflügel bewirkt. Diese können aus ihrer Mittellage, in welcher sie senkrecht zur Welle stehen, also bei ihrer Drehung keine Fortbewegung bewirken, nach beiden Seiten verstellt werden, also vorwärts und rückwärts arbeiten, ohne dass ihr Drehungssinn sich ändert. Nähert man die Flügel aus ihrer Endlage der Mittelstellung, so verlangsamt man dadurch die Geschwindigkeit. Ohne Zweifel ist diese Einrichtung für Explosionsmotoren von erheblichem Wert.

Die Kartoffeltrockenapparate.

Der hohe Wassergehalt der Kartoffeln von durchschnittlich rd. 25 v. H. bewirkt es, dass ein weiter Transport der für Futterzwecke zu verwendenden Kartoffeln ausgeschlossen ist, weil die Frachtkosten den Preis zu hochschrauben. Es kommt dazu, dass die in frischem Zustand gelagerten Kartoffeln durch Verderben, durch Keimung und durch die fortdauernde Lebenstätigkeit Verluste erleiden, die bis zur Verwendung der Kartoffeln durchschnittlich 9 bis 10 v. H. betragen. Durch Austreiben des Wassers wird man das Produkt hochwertiger machen können, so dass ein weiterer Transport lohnend ist, und ausserdem wird man die Verluste zum grossen Teil vermeiden. Wenn in neueren Veröffentlichungen, wie z. B. in dem Bericht, den Herr *Dr. Albert*-Münchenhof in der Sitzung der Geräte-Abteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft am 14. Februar d. J. über die Prüfung der

Aufriss.



Grundriss.

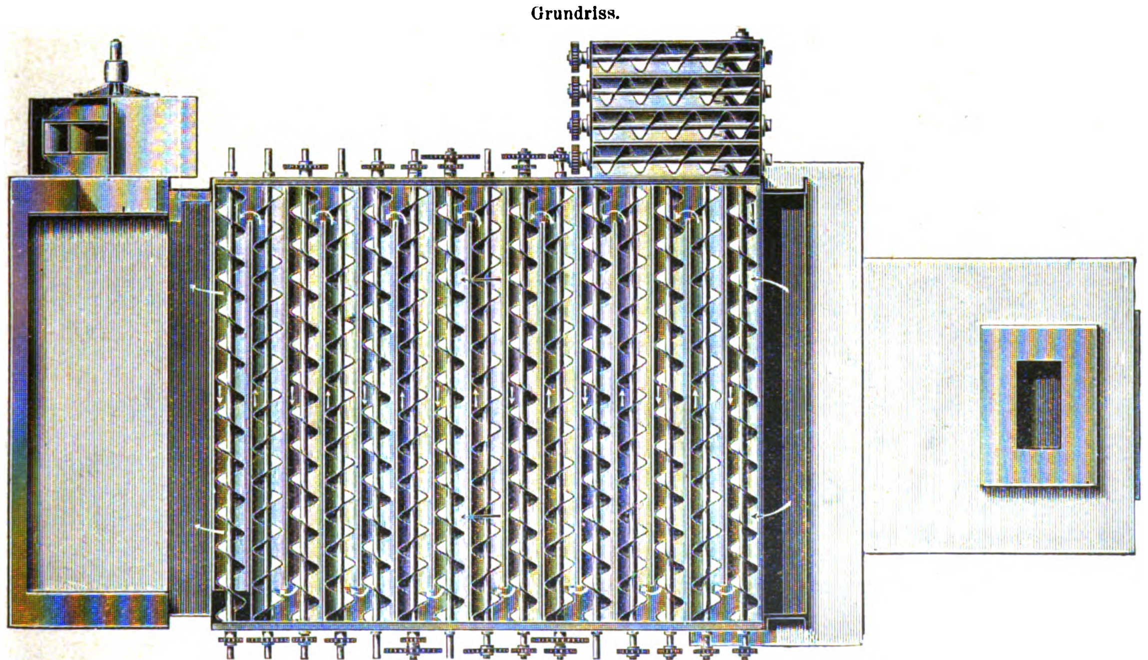


Fig. 7. Kartoffel-Trockenapparat von Venuleth u. Ellenberger.

Kartoffeltrocken-Apparate erstattete, angenommen wird, dass durch das Trocknen alle Lagerverluste ausgeschlossen werden und damit jährlich unter Zugrundelegung der Erzeugung des Jahres 1901 mit rd. 48 Mill. Tonnen etwa 4,5 Mill. Tonnen erhalten bleiben, so wird diese Rechnung allerdings eine Einschränkung erfahren müssen. Erstens wird das Trocknen mehrere Monate in Anspruch nehmen, so dass eine Lagerung, wenn auch von kürzerer Dauer als sonst, doch stattfinden muss, und zweitens werden die Verluste vermutlich zum Teil durch natürliches Trocknen entstehen.

Das ganze Verfahren der Kartoffeltrocknung ist noch neu, erst die Ueberproduktion der letzten Jahre gab die Veranlassung dazu. Um so überraschender ist die grosse Zahl von Apparaten, die schon für diesen Zweck gebaut worden sind. Auf das im Jahre 1902 von verschiedenen Korporationen gemeinsam erlassene Preisausschreiben wurden 40 Apparate angemeldet, von denen im Verlauf der Vorarbeiten zu den Prüfungen 22 ausgeschieden wurden, so dass noch 18 verblieben.

Das Trocken-Verfahren besteht darin, dass die Kartoffeln auf einer besonders dafür eingerichteten Maschine oder bei einfachen Anlagen auch auf einem gewöhnlichen Rübenschneider geschnitten werden, und dass diese Schnitzel dann einer mehr oder weniger hohen Temperatur ausgesetzt werden.

Die wesentlichen Unterschiede der verschiedenen Apparate bestehen in der Art der Erhitzung der Kartoffeln, die entweder eine unmittelbare sein kann, indem man die Feuergase durch den Trockenraum hindurch leitet, oder eine mittelbare, bei welcher die Trockenluft durch Heizapparate erwärmt wird. Diese Heizapparate können wieder entweder durch Dampf oder durch die Feuergase selbst erhitzt werden.

Als Beispiel eines Trockenapparates, welcher mit unmittelbarer Einwirkung der Feuergase arbeitet, diene der in Fig. 7 dargestellte Trockenapparat von *Venuleth & Ellenberger* in Darmstadt. Der Trockenraum enthält eine Anzahl von übereinander liegenden, aus je 15 Mulden gebildeten Etagen, in welchen die Kartoffelschnitzel von dem Einschüttrumpf aus durch Schnecken im Gegenzuge weiter befördert werden, die dabei von jedem Kartoffelstück durchlaufene Weglänge beträgt ungefähr 15 m. Die Anzahl der Etagen richtet sich nach der geforderten Leistung, da jede Etage unabhängig von den anderen eine Menge von etwa 250 kg trocknen kann. Dadurch lässt sich der Apparat für Klein- und Grossbetriebe bemessen. Ueber die Mulden hinweg streichen die Feuergase, die in der rechts befindlichen Feuerung erzeugt, durch mehrfache Ablenkung von gröberen Verunreinigungen befreit und zwecks Wärmeregelung mit kalter Luft gemischt werden. Das Absaugen erfolgt durch den links angeordneten Ventilator. Während des Anheizens wird der über der Feuerung stehende Schornstein geöffnet, sodass die Feuergase unmittelbar ins Freie entweichen.

Ebenfalls mit direkter Heizung arbeiten die Apparate von *Knauer* in Calbe, von *Wüstenhagen* in Hecklingen und von *Büttner & Meyer*. Erstere beiden arbeiten mit rotierenden Trommeln, in welchen sich die Kartoffeln fortbewegen, und sind nur für den Grossbetrieb brauchbar, der letzte ist als zweietagige Darre ausgebildet, deren Fläche dem Umfang des Betriebes angepasst werden kann.

Die Trocknung mit direkter Heizung hat den Vorteil günstiger Wärmeausnützung und dementsprechend geringer Betriebskosten, sodass sie für den Grossbetrieb wohl ausschliesslich und für den Kleinbetrieb überwiegend in Betracht kommen wird. Bei mangelnder Aufmerksamkeit des Heizers liegt allerdings die Gefahr nahe, dass die Kartoffeln überhitzt und verbrannt werden können. In dieser Hinsicht ist die mittelbare Beheizung durch Dampf vorteilhafter, bei welcher eine sehr gute und gleichmässige Trockenware erhalten wird. Mit Dampfheizung arbeitet z. B. der Apparat der *Anhaltischen Zündwarenfabrik Heintz & Bischof* in Coswig i. A., bei welchem die Kartoffelschnitzel auf Horden getrocknet werden. Wo aber nicht Abdampf zum Beheizen verwendet werden kann, werden die Betriebskosten recht hoch.

Bei der Prüfung der Apparate war vorgeschrieben worden, dass Anlagen für den Grossbetrieb mindestens 200 Zentner, für den Kleinbetrieb mindestens 50 Zentner Kartoffeln in 12 Stunden verarbeiten müssen. Im Grossbetrieb sollten die Trockenkosten nicht über 20 Pfg. für den Zentner Rohkartoffeln betragen. Die Kosten beliefen sich für den Zentner Rohkartoffeln bei dem Apparat von *Knauer*, der in 12 Stunden 675 Zentner trocknete, auf 14,64 Pfg.; bei demjenigen von *Wüstenhagen* auf 22,13 Pfg.; bei *Venuleth & Ellenberger* auf 16,40 Pfg.; bei *Büttner & Meyer* auf 23,6 Pfg. Da die Apparate auch zum Trocknen anderer Substanzen (Rübenschnitzel, Rübenblätter, auch Getreide) dienen können, tritt durch Ausnutzung für diese Zwecke noch eine Verbilligung der Trockenkosten ein.

Auf Grund der Prüfung wurden folgende Preise verteilt: Für Grossbetriebe *Knauer* und *Venuleth & Ellenberger* je 10 000 M., *Büttner & Meyer* 5000 M. Für Kleinbetriebe *Venuleth & Ellenberger* und *Büttner & Meyer* je 2500 M. Ausserdem erhielten *Wüstenhagen* und *Heintz & Bischof* ehrenvolle Anerkennungen.

Die elektrische Gewinnung von Stickstoffverbindungen aus der atmosphärischen Luft.

Von Oberingenieur **Ewald Rasch**, Potsdam.

„Die Möglichkeit, Stickstoff und Sauerstoff im elektrischen Funken zu vereinigen, ist für die zukünftige Entwicklung der technisch verwertbaren Methoden elektrochemischer Gasreaktionen von der allergrössten Bedeutung.“

„Es ist sehr auffallend und auf keine Weise zu erklären“, meint *Askenasy*,[1] „weshalb dieser Angelegenheit bisher eine nur geringe Beachtung geschenkt wurde.“

Die Erklärung für diese Tatsache dürfte darin zu suchen sein, dass die deutsche Elektrotechnik[2]) schon seit Längerem grossen Aufgaben *prinzipieller* Natur anscheinend aus dem Gefühl kaufmännischer oder technischer Unsicherheit heraus aus dem Wege zu gehen pflegt und sich statt dessen auf dem Boden der *überproduktiven Fabrikation* sicher zu fühlen glaubt.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Problems, Stickstoffverbindungen (Salpetersäure, Nitrate, Düngemittel etc.) aus der atmosphärischen Luft auf elektrischem Wege herzustellen, bedarf wohl kaum besonders hervorgehoben werden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Aufgabe zu den bedeutsamsten gehört, welche der modernen Elektrotechnik bezw. der Elektrochemie zu lösen bleiben.

Für Deutschland hat diese Frage noch ein besonderes nationalökonomisches Interesse, insofern, als sämtliche Verbraucher für Salpeter bis jetzt auf das Ausland, auf den Chilisalpeter, angewiesen sind.

Bereits die — rein theoretische Ziele verfolgenden — experimentellen Arbeiten von *Crookes*,[3]) *Losanitsch*,[4]) *Lepel*,[5])

[1]) Jahrbuch d. Elektrochemie, Bd. VIII, S. 420.

[2]) Für die Amerikaner gilt dieser Vorwurf von *Askenasy* nicht, denn sie haben dieses Problem mit grosser Energie und weitschauendem Blick seit Längerem aufgenommen. Die mit einem Aktienkapital von 1 000 000 Dollar gegründete *„Atmospheric Products Co.“* in Jersey City N. J. U. S. hat die Aufgabe, die experimentellen Vorarbeiten für eine derartige Fabrik an den Niagarafällen zu erledigen.

[3]) Chem. News, **65**; 301.

[4]) Jahrb. d. Elektrochemie, Bd. **4**; 385.

[5]) Jahrb. d. Elektrochemie, Bd. **4**; 412; Pogg. Annal. (2) **46** p. 319.



Salvadori[6]) und *Lord Rayleight* (1897)[7]) deuten darauf hin, dass schon diese physikalischen Versuche unter Umständen die Unterlage für eine wirtschaftliche Fabrikation abgeben können.

Die bisher ausschliesslich von amerikanischen und englischen Physikern und Chemikern mitgeteilten Ergebnisse sind mehr qualitativer Natur und lassen lediglich rohe quantitative Schätzungen zu.

Crookes[8]) glaubt durch 20 000 PS, die am Niagara zirka 100 M. kosten, 1000 kg Natriumsalpeter gewinnen zu können. *Mac Dougald* und *Howles* erhielten mit derselben Energie rund 10 000 kg Salpetersäure. Die ermutigenden Hoffnungen, die *Swan*[8]) an diese Ergebnisse knüpft, scheinen auch von *Askenasy*[9]) geteilt zu werden.

In Freiburg in der Schweiz soll neuerdings übrigens eine Salpetersäurefabrik entstanden sein, deren *v. Kowalski*[10]) Erwähnung tut.

Die *„Atmospheric Products Companie"* in Jersey City U.S. arbeitet nach den Patenten von *S. Bradley, R. B. Lovejoy*[11]) und *Johnson.*[12])

Das Gemeinsame des Funkenverfahrens besteht in Folgendem.

Atmosphärische Luft (20,8 v. H. Sauerstoff, 79,2 v. H. Stickstoff) wird durch Hochspannungsfunkenstrecken gesaugt. Das Stickstoffmolekul N_2 wird bei den hohen Temperaturen zertrümmert und oxydiert mit dem anwesenden Sauerstoff der Luft nach der Gleichung

$$N_2 + O_2 + 2 \,.\, 21600 \text{ cal} = 2\, NO$$

oder

$$N_2 + O_2 + 50{,}1 \text{ Watt-Std.} = 2\, NO$$

Wie auch aus dieser thermochemischen Gleichung hervorgeht, ist die Oxydation des Stickstoffes zu Stickoxyd eine *endothermische Reaktion*, bei der zur Unterhaltung des Oxydationsprozesses die beträchtliche Energie von 21 600 Cal. f. d. Mol. NO aufgewendet werden muss.

Für die Umsetzung von C_{N_2} Volumprozenten Stickstoff (N_2) und C_{O_2} Volumprozenten Sauerstoff (O_2) in C_{NO} Volumprozente Stickoxyd (NO) ist der Gleichgewichtszustand des Reaktionsgemisches durch das *Guldberg Waage Massenwirkungsgesetz* gegeben; und zwar sind die respektiven Volumkonzentrationen C.

$$\frac{C_{N_2} \,.\, C_{O_2}}{(C_{NO})^2} = K$$

wobei K die *Gleichgewichtskonstante* bedeutet, die also für den Gehalt an Stickoxyd massgebend ist.

Die Gleichgewichtskonstante wird mit steigender Temperatur rasch kleiner, d. h. die — endotherm verlaufende — Oxydation des Stickstoffes zu Stickoxyd nimmt mit steigender Reaktionstemperatur zu.

Diese Gleichgewichtskonstante K der Reaktion ist nun neuerdings[13]) von *W. Muthmann* und *H. Hofer* ermittelt worden, soweit dies die Schwierigkeit der Temperaturmessung zulässt.

Es werden die in Tab. 1 verzeichneten Werte mitgeteilt.

Tab. 1.

Gleichgewichtskonstante der Reaktion.

Versuchs-No.	Gleichgewichtskonstante $K = \frac{C_{N_2} \,.\, C_{O_2}}{(C_{NO})^2}$ Einzelwerte	Mittelwerte	Elektrodendistanz	Temperatur t	absolute $T = t + 273$
5	100,8	89,8	10 mm	1825° C.	2098
2	78,8				
6	126,5	119,0	15 „	1800° C.	2073
3	111,4				
7	1426,0	1426,0	35 „	1590° C.	1863

Die Temperatur der Funkenstrecke wurde nach zwei Verfahren bestimmt. Einmal diente die von einem *Le Chatelier*schen Thermoelement indizierte elektromotorische Kraft als Masstab der örtlichen Temperatur der Funkenflamme.

Die letztere war bei einer Elektrodenentfernung von 40 mm 90 mm hoch (Platinelektroden von 2 mm Durchmesser; Stromspannung $E = 3400$ Volt; Stromstärke $J = 0{,}115$ Amp.; Stromverbrauch = 391 Watt). Im oberen Teile der Flamme zeigte das Thermoelement 900—1000° C., 2 cm über dem Niveau der horizontal liegenden Pt-Elektroden 1400—1450° C. an.

In noch tieferen Teilen der Flamme trat Abschmelzen der Lötstelle des Pt—$^{Pt}/_{Rh}$-Elementes ein.

Die Bestimmung von Flammentemperaturen durch Thermoelemente ist nun nicht einwandsfrei, da die Temperatur, welche die mehr oder minder dicke Lötstelle annimmt, in hohem Grade durch die Wärmeleitfähigkeit, die Strahlungsverhältnisse und die Grösse der zu erwärmenden Metallmassen in schwer übersichtlicher Weise beeinflusst wird. Annähernd richtige Werte von Flammentemperaturen könnte man erst dann erhalten, wenn die zu erwärmenden, in die Flamme eingebrachten Metallmassen (Lötstelle, Drähte) den Wert Null haben würden, oder falls man — nach dem Vorgange von *Edward L. Nichols*[14]) — Lötstellen bezw. Drähte von verschiedenem Querschnitt benutzt und aus den ermittelten Werten die elektromotorische Kraft bezw. die Temperatur für den Querschnitt und die Masse Null extrapolieren würde.

Muthmann und *Hofer* haben daher auch ein zweites, prinzipiell einwandfreieres Verfahren angewendet.

Durch *Le Chatelier*[15]) ist der Zerfall des Kohlendioxyds in Kohlenoxyd und Sauerstoff bei verschiedenen Dissociationstemperaturen durch Versuche festgelegt worden.

Bei einem Druck von 0,94 Atm. gelten beispielsweise folgende Werte

Es sind dissociiert:

bei 1000° C.	0,066	Vol.-Proz. CO_2
„ 1500° „	0,82	„ „ „
„ 2000° „	4,2	„ „ „
„ 2500° „	20,4	„ „ „

Muthmann und *Hofer* bestimmten nun mit Hilfe ihrer Apparatur die Dissociation des Kohlendioxyds durch die Funkenstrecke bei bestimmter Spannung, Stromstärke und Funkenlänge, berechneten hieraus nach den *Le Chatelier*schen Werten die Temperatur der Funkenstrecke und bestimmten sodann bei genau derselben Versuchsanordnung die Umsetzung von Stickstoff und Sauerstoff in Stickoxyd.

Dieses Verfahren giebt mithin im Gegensatz zu dem thermo-elektrischen die integrierte Mitteltemperatur der Funkenflamme.

Auf Grund der so ermittelten Werte für die Gleichgewichtskonstante K (Tab. 1) geben *Muthmann* und *Hofer* folgende Berechnung über die Oekonomie des Funkenverfahrens unter Zugrundelegung der Werte $K = 119$; $t = 1800$, die sie augenscheinlich für die sichersten halten, für ihre Ausbeute von 3,6 Vol.-Proz. NO.

Energiebilanz.

a)	30 g Stickoxyd verbrauchen zur Bildung .	21 600 cal
b)	Zur Erwärmung auf 1800°, da die mittlere Molekularwärme von Stickoxyd (oder O_2 oder N_2) bei konstantem Druck zwischen 0° und 1800° = 7,67 cal ist (nach der Formel $C_p = 6{,}5 + 0{,}001\, T$) 7,67 . 1800	13 800 cal
c)	Gleichzeitig werden $30 \,.\, \frac{96{,}4}{3{,}6}$ g Luft um 1800° erwärmt. Das sind 804 g Luft. Nimmt man das Molekulargewicht der Luft zu 29 an, so hat man 27,7 Molekule. Diese brauchen zur Erwärmung 27,7 . 13 800 = ...	382 260 cal
	Summa	417 660 cal
		= 0,3954 Kilowatt-Std. (?)

Leider hat sich in diese Berechnung von *Muthmann* und *Hofer* ein ziemlich entstellender Rechenfehler eingeschlichen. Der oben wiedergegebenen Aufstellung gemäss wären zur Bildung von 1 Mol. NO (30 g) insgesamt 417 660 cal er-

---

6) Gaz. chim. ital., **30**; II; 389.
7) Journ. Chem. Soc., **71**; 181.
8) cf. *Swan*, Zeitschr. f. Elektrochem., **7**, p. 950.
9) Jahrb. d. Elektrochem., Bd. **VIII**, p. 420.
10) Zeitschr. f. Elektrochem., **7**, p. 884.
11) Elektrot. Zeitschr., 1902; **39**; Amerik. Pat. 709687; 1902.
12) Engl. Pat. 8230; 1901.
13) Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. 1903, Bd. **2** p. 438 ff.

14) Phys. Review Bd. **10**, p. 234, 1900.
15) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. **2**, S. 782.

forderlich; dies entspräche einer *elektrischen Arbeit von 0,485 Kilowattstunden*, nicht von 0,3954 Kilowattstunden wie dort angegeben wird.

Rechnet man mit *Muthmann* und *Hofer* die PS/Std. mit 2 Pfg., so käme nach dieser Richtigstellung das Kilo Salpetersäure (477 g NO) auf 21,0 Pfg. (nicht 16 Pfg.) zu stehen.

Ferner dürfte der dort angegebene Marktpreis von 70 M. für Salpetersäure viel zu hoch gegriffen sein. In grösseren Mengen dürfte 99prozentige Salpetersäure z. Z. wohl sicher für 38—40 M. lieferbar sein.

Wie man sieht, stellt sich mithin das Verfahren vor der Hand nicht so günstig, wie es nach der wiedergegebenen Berechnung erscheinen konnte.

Vielleicht dürfte bei der obigen Aufstellung für die Positionen b und c eine etwas strengere Berechnung am Platze sein, welche der Veränderlichkeit der spezifischen Wärme c_p mit der Temperatur funktionell gerecht wird.

Zur Erwärmung (bei konstantem Druck) eines Mols (N_2 oder O_2) von der absoluten Temperatur T_0 auf die Temperatur T ist die Arbeit

$$A = T c - T_0 c_0$$

wenn c bezw. c_0 die Molekularwärmen bei T und T_0 (für konstantem Druck bedeuten. Nun ist nach *Le Chatelier* für N_2 bezw. O_2

$$c_p = 6{,}5 + 0{,}001\ T$$

Wir erhalten somit

$$A = T\ (6{,}5 + 0{,}001\ T) - T_0\,(6{,}5 + 0{,}001\ T_0)$$

$$A = 6{,}5\ (T - T_0) + 0{,}001\ (T^2 - T_0^2) \text{ in cal für 1 Mol}$$

Hieraus errechnen sich die in der nachstehenden Tabelle für einige Temperaturen verzeichneten Werte, wenn man als untere Temperatur $t_0 = 20^0$ C. annimmt.

Temperatur t	absolut T	$6{,}5\ (T - T_0)$	$0{,}001\,(T^2 - T_0^2)$	Wärmemenge f. d. Mol zur Erhitzung von T_0 auf T cal
1800° C.	2073	11 570	4211	15 781
2115° „	2388	13 620	5617	17 831
2727° „	3000	17 600	8914	16 514
3727° „	4000	24 095	15914	40 009

Benutzt man für die Temperatur $t = 1800^0$ C. den Wert 15 781 cal/Mol., so ändert sich die Berechnung wie folgt

a) Bildungswärme (30 g NO) . .	21 600 cal
b) Erwärmung von 30 g NO von 20° C. auf 1800°	15 781 cal
c) Erwärmung der indifferenten Luft (27,7 Mol.) = 27,7 . 15 781	437 100 cal
in Summa	474 481 cal

Zur Bildung von 30 g NO wären somit insgesamt erforderlich 0,55 Kilowattstd. gegen 0,3954 Kilowattstd. nach der *Muthmann*schen Angabe.

Zur Herstellung von 1 kg Salpetersäure bezw. 477 g NO ist mithin die elektrische Arbeit von 8,745 Kilowattstd. = 12 PS erforderlich; mithin würde sich 1 kg auf 24 Pfg. stellen.

Wir wollen im Weiteren diese beträchtlich ungünstigeren Werte benutzen.

Bei Verwendung eines gleichen Gemisches von N und O würden sich die energetischen Gestehungskosten um 25 v. H. verringern; andererseits kämen jedoch die Kosten für die Sauerstoffdarstellung u. s. w. in Frage, so dass in dieser Richtung hin kaum ein nennenswerter wirtschaftlicher Vorteil zu erwarten sein dürfte.

Ueberraschend ist in der Energiebilanz der hohe Wert, der zur Erwärmung der bei der Reaktion indifferenten Luft (96,4 v. H. des Gesamtvolum) nötig ist; derselbe macht etwa das 21fache der eigentlichen Bildungswärme des Stickoxyds aus.

Durch konstruktiven Ausbau des — vor der Hand rein laboratoriumsmässigen — Verfahrens und der Apparatur kann in der Fabrikation dieser Betrag *sicher ganz bedeutend herabgesetzt* werden. Insbesondere kann man durch eine zweckentsprechende *Vorwärmung* des Ausgangsgemisches bedeutend vorteilhafter arbeiten. In diesem Falle wird nämlich der Faktor $(T - T_0)$ verkleinert. Ferner kann man für die *Vorwärmung der Luft* äussere, billigere Heizquellen benutzen und so die Funkenstrecke bedeutend entlasten.

Nimmt man mit *Muthmann* für die hierbei mögliche Ersparnis nur 50 v. H. an, so würden die Gestehungskosten für 1 Kilo Salpetersäure sich auf 13 Pfg. ermässigen. Behält man den Preis von 24 Pfg. bei, so könnte man in diesem etwa die Gestehungskosten für das weitere Verfahren (Konzentration der Säure u. s. w.) als eingeschlossen ansehen.[16]

Soweit diese Arbeit, die darüber Aufschluss gegeben hat, dass man bereits mit den hergebrachten Laboratoriumshilfsmitteln (Glaskolben, Platinelektroden, Korkstopfen, Funkenstrecke u. s. w.) gegebenenfalls eine Fabrikation aufbauen könnte, die der Wirtschaftlichkeit nicht zu entbehren braucht.

Jedoch nicht hierin liegt das Bedeutsame der Arbeit. Der Wert derselben ist vielmehr darin zu erblicken, dass es der Technik nunmehr auf Grund der mitgeteilten Gleichgewichtskonstanten K möglich ist, nach einem Weg zu suchen, der die *Wirtschaftlichkeit* des Verfahrens zum Ziele hat.

Und in der Tat scheint es, als ob zur Ausführung der vorliegenden Gasreaktionen Hilfsmittel anwendbar sind, die eine hohe Wirtschaftlichkeit des Verfahrens versprechen.

Der die Ausbeute an NO bestimmende Gleichgewichtskoeffizient

$$K = \frac{C_{N_2}\,C_{O_2}}{(C_{NO})^2}$$

ändert sich mit der Temperatur nach Massgabe der *van't Hoff*schen Gleichung der Reaktionsisochore

$$\int \frac{d\,K}{K} = + \frac{q}{R} \int \frac{d\,T}{T^2}$$

wobei R die Gaskonstante = 1,991 und T die absolute Reaktionstemperatur bedeutet.

Die Wärmetönung q (43 200 cal) geht entsprechend dem endothermischen Verlauf der Reaktion

$$2\,NO = N_2 + O_2 + 2\,.\,21\,600 \text{ cal}$$

negativ in diese Gleichung ein.

Ist nun der Gleichgewichtskoeffizient K_1 bei einer Temperatur T_1 bekannt, so findet sich nach Integration obiger Gleichung der Gleichgewichtskoeffizient K_x bei der Temperatur T_x aus

$$\text{lognat } K_x = \text{lognat } K_1 + \frac{q}{R}\left(\frac{1}{T_x} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$K_x = K_1\,.\,e^{\frac{q}{R}\left(\frac{1}{T_x} - \frac{1}{T_1}\right)}$$

Setzt man in diese Gleichung die bekannten Werte ein

$K_1 = 119$ | Nach *Muthmann*
$T_1 = 1800 + 273 = 2073$ | und *Hofer*
$R = 1{,}991$

so kann man, wie ersichtlich, für jede Temperatur T_x die Gleichgewichtskonstante K_x und somit die Ausbeute an Stickoxyden bestimmen.

In der nachstehenden Tab. 2 sind einige auf diese Weise berechnete Werte verzeichnet.

Mit diesen Werten für K_x berechnet sich nun ohne weiteres aus der Beziehung

$$K_x = \frac{C_{N_2}\,C_{O_2}}{(C_{NO})^2}$$

die Konzentration C_{NO} an Stickoxyden aus

$$C_{NO} = \sqrt{\frac{C_{N_2}\,C_{O_2}}{K_x}}$$

---

[16]) Nach *Planck* erfolgt die Umsetzung von NO in Salpetersäure nach der thermochemischen Gleichung

$$2\,NO + 3\,O + aq - 2\,HNO_3\,aq = + 73000 \text{ cal}$$

eine Reaktion, bei der also f. d. 1 Mol. NO die beträchtliche Wärme von 36500 cal wieder frei wird.

Tab. 2.

Temperatur des Reaktionsherdes t	T	Gleichgewichtskonstante K_x
1227° C.	1500	6668
1727° „	2000	175
1800° „	2073	119
2227° „	2500	19,86
2727° „	3000	4,62
3227° „	3500	1,62
3727° „	4000	0,75
4727° „	5000	0,25

wobei C_{N_2} den Gehalt an Stickstoff (N_2), C_{O_2} den Gehalt an Sauerstoff (O_2) in dem Volumen Eins des Ausgangsgemisches, C_{NO} dagegen den Gehalt an Stickoxyden (NO) in Teilen des Gesamtvolums bedeutet.

Bei gleichen Teilen O und N im Ausgangsgemisch ist

$$C_{N_2} = C_{O_2} = 0{,}5 \text{ bezw. } C_{N_2} \,.\, C_{O_2} = 0{,}25$$

mithin der Gehalt an Stickoxyd bei einer Reaktionstemperatur T_x

$$C_{NO} = 0{,}5 \,.\, \sqrt{\frac{1}{K_x}} \text{ (in Volumteilen).}$$

Bei der atmosphärischen Luft als Ausgangsgemisch ist

$$C_{O_2} = 0{,}208 \text{ (Volumteile Sauerstoff)}$$
$$C_{N_2} = 0{,}792 \text{ (Volumteile Stickstoff)}$$

also

$$C_{O_2} \,.\, C_{N_2} = \text{rund } 0{,}16.$$

Hieraus berechnet sich für eine Temperatur des Reaktionsherdes T_x aus der zugehörigen Gleichgewichtskonstanten K_x (Tab. 2) der Gehalt an

$$\text{Stickoxyd } C_{NO} = 0{,}4 \sqrt{\frac{1}{K_x}} \text{ (Volumteile)}$$

Tab. 3.

Reaktions-Temperatur t	Gehalt an Stickoxyd NO in Vol.-Proz. Stickstoff-Sauerstoff Ausgangsprodukt	Atmosph. Luft Ausgangsprodukt	Bemerkung
1227° C.	0,61 v. H.	0,49 v. H.	Berechnet
1727° „	3,77 „ „	3,02 „ „	unter Zugrundelegung des
1800° „	4,4 „ „	3,67 „ „	*Muthmann*schen
2227° „	11,2 „ „	8,96 „ „	Wertes
2727° „	23,0 „ „	18,4 „ „	$K = 119{,}0$
3227° „	39,0 „ „	31,2 „ „	für
3727° „	57,6 „ „	46,0 „ „	$t = 1800°$ C.
4727° „	100,0 „ „	80,0 „ „	

Wie die in Tab. 3 verzeichneten Werte und die Kurven der Fig. 1 erkennen lassen, nimmt die Ausbeute an Stickoxyden rasch mit der Temperatur des Reaktionsherdes zu.

Die Ausbeute bei Verwendung eines Stickstoff-Sauerstoffgemisches ist nur um 20 v. H. grösser, als die bei Anwendung der atmosphärischen Luft, so dass man praktisch wohl nur mit dem letzteren Falle zu rechnen braucht.

Die Frage, die sich nun aufdrängt, ist die, ob und durch welche Hilfsmittel es möglich ist, höhere Reaktionstemperaturen, als bisher, in Anwendung zu bringen.

Die Ausbeute und die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens würde dann ohne weiteres in hohem Masse gesteigert werden können.

Während die jetzt angewandte Hochspannungsfunkenstrecke ihrer effektiven Temperatur entsprechend eine Ausbeute von nur 3,6—3,7 v. H. zulässt,[17]) würde man bei 2115° C. bereits des Doppelte, bei 4000° C. das Zwölffache zu erwarten haben.

Vom Standpunkte der Technik entsteht nun hier die Frage, ob der Associationseffekt überhaupt oder aber ein wirtschaftlicher Associationseffekt lediglich eine eigenartige spezifische Wirkung des *Hochspannungsfunkens* ist, und ob man begründeter Weise an den Hochspannungsentladungen — deren Anwendung stets mit Betriebsschwierigkeiten und elektrischen Verlusten verbunden ist — festzuhalten gezwungen ist.

Dies dürfte nun zu verneinen sein, da die Bildung des Stickoxyds eine reine Temperaturfunktion zu sein scheint, die nur von der Temperatur des Reaktionsherdes abhängt.

„Der Wechselstromlichtbogen" betonen *Muthmann* und *Hofer*, *„stellt einen heissen Raum dar, der von einem kalten umgeben ist . . ."* *„Wir erwähnen noch ausdrücklich, dass wir die Reaktion als reine Wärmewirkung auffassen, wie dies ja auch durch unsere Versuche mit Kohlensäure sehr wahrscheinlich gemacht wird."* [18])

In der Tat dürfte der einzige Grund der zur Wahl von *Hochspannungsentladungen* zu nötigen scheint, lediglich darin zu finden sein, dass bei *Starkstromentladungen mit grösserer Energiedichte und Temperatur die aus Metallen bestehenden Elektroden*, selbst wenn man das teuere Platin wählt, *abschmelzen würden*, Kohleelektroden jedoch infolge der reduzierenden Eigenwirkung der glühenden Elektroden bezw. der hocherhitzten Kohlenoxydgase den Oxydationsprozess des Stickstoffes verhindern bezw. rückläufig machen würden.

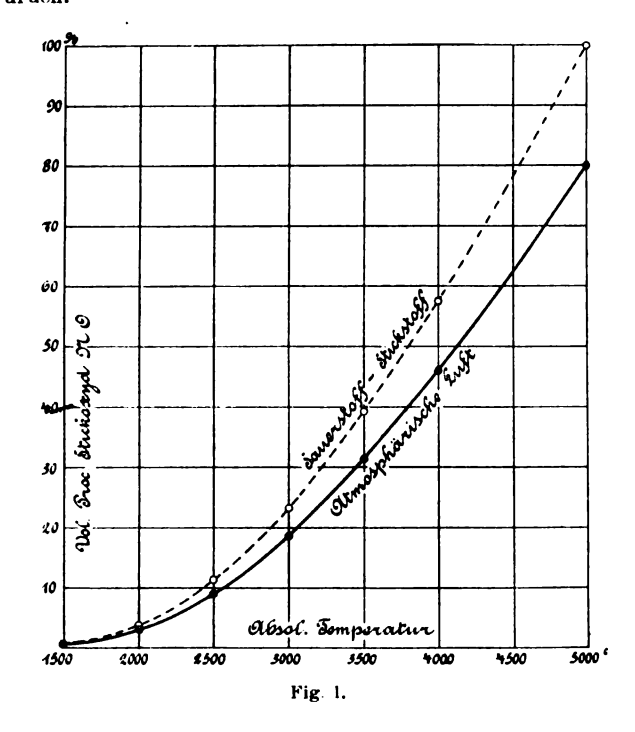


Fig. 1.

„Mit anderen Worten es fehlt uns", wie *J. Gruszkiewicz* [19]) bemerkt, „zur Zeit eine richtige, wirtschaftlich arbeitende, elektrische Stromverteilung zu diesem Zweck, doch ist die Erfindung derselben die Sache einer nicht allzu fernen Zukunft."

Es kommt mithin bei der Lösung des Problems darauf an, für den Reaktionsherd Wärmegeneratoren anzuwenden, welche die Erzeugung höchster Temperaturen gestatten und bei diesen nicht angegriffen werden.

Verfasser hat nun für pyrochemische Gasreaktionen dieser Art, und insbesondere auch für den vorliegenden Sonderfall der Salpetersäuredarstellung, als Reaktionsherd bezw. als Wärmegeneratoren elektrisch erhitzte Widerstände bezw. Elektroden aus Leitern zweiter Klasse in Vorschlag gebracht.[20])

Während man bei der Funkenstrecke mit Rücksicht auf den Schmelzpunkt der Elektrodenmetalle an eine begrenzte

[17]) Auch die Amerikaner arbeiten mit einer Anreicherung von nur 3 v. H.; es entspricht dies einer Temperatur der Funkenstrecke von 1727° C., die dem Schmelzpunkte des Platins (Elektroden) nahe kommt.

[18]) Berichte d. Deutsch. chem. Ges., Bd. 2. S. 448, 450; 1903.

[19]) *J. Gruszkiewicz:* „Ueber eine neue Cyanwasserstoff-Synthese", Zeitschr. f. Elektroch., 1903, Bd. 4. S. 83 ff.

[20]) *E. Rasch:* „Eine neue Methode zur Ausführung pyrochemischer Reaktionen", Zeitschr. f. Elektrochemie. 1903. Bd. 8. S. 162 ff.

Maximaltemperatur gebunden ist — im Dauerbetrieb wohl kaum höher als 1800° C.[21]) — kann man beispielsweise bereits mit Glühkörpern aus Metalloxyden (Magnesia, Thoroxyd, Zirconoxyd) wie sie auch *Nernst* in der nach ihm benannten Glühlampe verwendet. Temperaturen erreichen, welche die der Funkenstrecke um mehrere hundert Grad übersteigen.[22])

Die Temperatur von Elektrolytglühkörpern ist von *O. Lummer*[23]) durch bolometrische Bestimmung des Energiespektrums an *Nernst*lampen bestimmt worden; dieselbe bewegt sich zwischen $T = 2200$ bis $T = 2450$.

Bei dieser Temperatur hätte man nach den früheren Ausführungen bereits die *doppelte Ausbeute* gegenüber dem Funkenverfahren zu erwarten. Es erscheint überdies nicht ausgeschlossen, dass durch Verwendung zweckmässig gewählter katalysatorischer Metalloxyde, insbesondere von solchen mit mehreren Oxydationsstufen, eine zeitliche Beschleunigung des Reaktionsvorganges erzielt werden kann.

Weit höhere Temperaturen und Energiedichten kann man jedoch nach einem weiter gehenden Vorschlage von mir für die Zwecke pyrochemischer Reaktionen nutzbar machen, wenn man sich eines Verfahrens bedient, das Verfasser zur Erzeugung von elektrischen Lichtentladungen für die Zwecke der Beleuchtung angegeben hat[24]) (1899).

Wie ich nämlich nachgewiesen habe, kann man zwischen festen oder flüssigen Elektroden aus Leitern zweiter Klasse (Oxyden, Salzen u. s. w.) stabile, selbständige, elektrische Entladungen, sei es in freien Gasen, sei es im Vakuum, unterhalten, sofern man die Initialentladung durch Erwärmung der Elektroden oder durch Funkenstrecken erzwingt. Zur Unterhaltung dieser lichtbogenähnlichen Entladungen sind relativ niedrige Spannungen (40 Volt) hinreichend, jedoch kann man selbstverständlich auch höhere Betriebsspannungen anwenden.

Man kann mithin in allen Fällen, bei denen man zur Zeit für pyrochemische Zwecke auf elektrische Entladungen zwischen Elektroden mit reduzierenden Eigenwirkungen und Nebenerscheinungen angewiesen ist, mit grösserer Aussicht auf Erfolg Elektroden aus Leitern zweiter Klasse in Anwendung bringen, denen diese Nebenerscheinungen nicht anhaften. Elektroden aus schwer verdampfbaren Metalloxyden (Magnesia, Thoroxyd, Zirkonoxyd, Aluminiumoxyd u. s. w.) gestatten überaus grosse Energiedichten und brennen bei den normalen Lichtbogenspannungen. Selbstverständlich lassen sich jedoch auch zwischen Elektroden dieser Art — die man bis zu gewissem Grade als chemisch unangreifbar betrachten kann — elektrische Hochspannungsentladungen unterhalten.

Schliesslich kann man auch zwischen geschmolzenen Leitern zweiter Klasse (Metallsalze u. s. w.) durch geeignete Anordnung der Elektrodengefässe und der Stromzuführungen vorzügliche Lichtbogenentladungen unterhalten. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass man in diesen Fällen den Gasdruck und die Dampfspannung beliebig verändern kann, und dass die feuerflüssigen Salzelektroden oder dergl. bei der chemischen Reaktion sich nicht notwendig indifferent zu verhalten brauchen. Ja, es lassen sich Fälle denken, in denen die Elektrodenmasse an dem elektrochemischen Vorgang sich mit Vorteil chemisch beteiligen kann.

Aus den photometrischen Messungen an diesem eigenartigen Lichtbogen zwischen glühenden Leitern zweiter Klasse bezw. aus dem hohen photometrischen Nutzeffekt desselben lässt sich schliessen, dass derselbe im Stande ist, Temperaturen zu erzeugen, die vor der Hand zu den höchst erreichten zu zählen sind und jedenfalls die des Kohlelichtbogens — dessen Anwendung für die vorliegende Gasreaktion seiner reduzierenden Eigenwirkung halber ausgeschlossen ist — noch übertreffen.

Nimmt man jedoch für diesen Lichtbogen des Verfassers lediglich die Temperatur des Kohlelichtbogens ($T = 4000$) an, so ergibt sich aus den obigen Ueberschlagsberechnungen, dass bei dieser Temperatur 46,0 v. H. der atmosphärischen Luft in Stickoxyde umgewandelt werden können.

Benutzt man nun das Berechnungsschema wie vorhin als Grundlage für eine Ueberschlagsrechnung, die sich auf die Reaktionstemperaturen $t = 2115$ Grad C. (Elektrolytglühkörper) und $t = 3727$ Grad C. (Lichtbogen zwischen Elektrolytelektroden) erstreckt, so erhält man die in der nachstehenden Tab. 4 verzeichneten Werte.

Tab. 4.

Energiebilanz für die Bildung von 1 Mol (*NO*)

Temperatur des Reaktionsherdes t	T	Ausbeute p in v. H.	b Erwärmung von 1 Mol von 20 C auf T	Indifferente Luft in Molen $= \frac{100 - p}{p} \cdot \frac{M_{NO}}{M_{Luft}}$	c Erwärmung der indifferenten Luft auf T	a Bildungswärme für 1 Mol NO	$(a + b + c)$ Gesamtsumme der aufgewendeten Energie pro 1 Mol NO
1800° C.	2073	3,65	15 781 cal	27,7	437 100 cal	21 600 cal	452 881 cal
2115° „	2388	7,30	17 831 „	13,2	236 000 „	21 600 „	253 831 „
3727° „	4000	46,00	40 009 „	1,215	48 600 „	21 600 „	98 609 „

Bemerkung: M_{NO} Molekulargewicht des Stickoxyds = 30.
M_{Luft} Molekulargewicht der atm. Luft = 29.

Hieraus finden sich für den gesamten Energieverbrauch in elektrischem Mass die Werte der Tab. 5.

Tab. 5.

Herstellungsverfahren	Temperatur des Reaktionsherdes	Totaler Energieverbrauch, elektr. für 1 Mol NO (Kilowattstunden)	Totaler Energieverbrauch, elektr. für 1 kg Salpetersäure (Kilowattstunden)	Preis für 100 kg Salpetersäure	Bemerkungen
Chilisalpeter-Schwefelsäure	—	—	—	39 M.	Marktpreis
Funken-Verfahren *Muthmann* und *Hofer*	1800° C.	0,550	8,73	24 M.	Kosten für den *elektrischen* Energieverbrauch
Rasch Widerstandserhitz.	2115° „	0,319	5,07	(14 M.)	
Rasch Lichtbogenerhitz.	3727° „	0,1391	2,21	(6,10 M.)	

NB. 477 g *NO* entsprechen theoretisch 1 kg Salpetersäure.

Diese Ueberschlagszahlen können natürlich nicht den Anspruch auf grosse Sicherheit erheben und sollen auch die

[21]) Die Anwendung von Platin-Elektroden (Schmelzpunkt 1775° C.) hat für einen fabrikatorischen Grossbetrieb in Anbetracht des hohen Preises und der beträchtlichen Zerstäubung der Elektroden durch Funkenstrecken keine Aussicht. *Muthmann* und *Hofer* bedurften wenigstens bei ihren Versuchen einer steten Nachregulierung der Elektroden (2 mm Durchmesser), die auf einen relativ beträchtlichen Platinverlust schliessen lässt.

[22]) Unmittelbar nach dem Ausschalten einer *Nernst*lampe macht sich die Anwesenheit nitroser Dämpfe durch den charakteristischen Geruch bemerkbar.

Leitet man über einen *Nernst*glühkörper einen feuchten Luftstrom, so kann man deren Anwesenheit durch Jodkaliumstärkepapier nachweisen.

[23]) *O. Lummer:* „Ziele der Leuchttechnik“. Elektr. Zeitschr., Bd. **23**, Heft 35 u. 36, S. 787 ff. u. 806 ff.

[24]) *E. Rasch:* „Ein neues Verfahren zur Erzeugung von elektrischem Licht.“ Elektrotechn. Zeitschr. 1901, 7; ferner D. R.-P. 117 214 vom 19. März 1899 u. D. R.-P. 137 788 vom 28. März 1899.

Ausbeute lediglich der Grössenordnung nach vorausbestimmen; jedoch wird durch sie ein neuer Weg vorgezeichnet, auf dem voraussichtlich eine wirtschaftliche Lösung des vorliegenden Problems zu erwarten ist.

Als überaus erwünscht würde ich es bezeichnen, dass die Gleichgewichtskonstante K der Stickstoffoxydation, deren Wert vor der Hand als wenig sicher angesehen werden muss, einer Neubestimmung unterworfen werde.

Für diesen Zweck wird man vorteilhaft als Reaktionsherd einen Glühkörper aus Leitern zweiter Klasse verwenden. Die Temperatur desselben lässt sich in relativ sehr genauer Weise durch die neueren optisch photometrischen Methoden (Pyrometer *Wanner*[25]), *Holborn* und *Kurlbaum*[26]) oder dergl.) bestimmen und durch Vorschaltwiderstände bequem regulieren.

Eine derartige Untersuchung würde nicht nur eine wichtige Frage der theoretischen Chemie beantworten, sondern auch die Unterlagen für weitere technische Arbeiten von hoher volkswirtschaftlicher Bedeutung bilden.

[25]) „Ueber einen Apparat zur photometrischen Messung hoher Temperaturen". Phys. Zeitschr. 3; S. 105 ff. 1901.

[26]) „Ueber ein neues optisches Pyrometer". Berl. Akad. Ber. 1901. S. 712 ff.

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 138 d. Bd.)

Amerikanische Ausführungen von Hochbahnkranen.

Für die Entwicklung von Schiffsentladevorrichtungen, namentlich für Erz bieten die Vereinigten Staaten ein ungleich günstigeres Feld als Deutschland, weil man drüben bei dem Massenverkehr an den grossen Seen in der Lage ist, den gesamten Transport einheitlich zu behandeln, und nicht nur die Krane den Schiffen, sondern gleichzeitig diese den Ausladern anzupassen. Bei uns begegnet die Anwendung der amerikanischen Konstruktionen einigen Schwierigkeiten, die hauptsächlich in der ungünstigen und wechselnden Bauart der Schiffe begründet liegen.

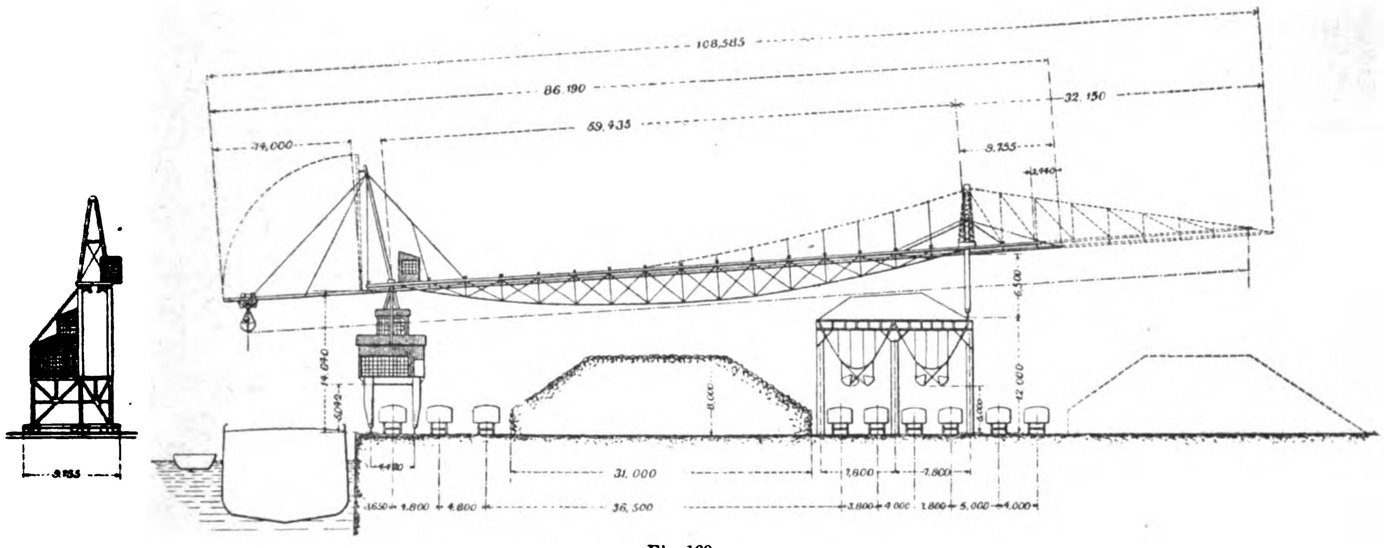


Fig. 169.
Verladebrücke von Brown.

Fig. 169 gibt eine normale Schiffsentladebrücke für Kohle von der *Brown Hoisting Machinery Co.*, Cleveland, wieder, wie sie für den Hafen von Genua projektiert ist.[1]) Die Brücken sind so schmal gebaut, dass sie zu dreien oder vieren gleichzeitig an ein Schiff gestellt werden und jede aus einer oder zwei Luken arbeiten können. Dadurch kann die Entladezeit aufs äusserste beschränkt und das Schiff möglichst günstig ausgenutzt werden. Der Uebergang von einer Luke zur andern wird dadurch sehr erleichtert, dass die Brücke auf ihren beiden Tragpfeilern beweglich abgestützt ist, so dass der wasserseitige Fuss allein verfahren werden kann, während der hintere feststeht. Die Brücke lässt sich also im Grundriss um einen bestimmten Winkel schräg stellen, bei dessen Ueberschreitung die Fahrvorrichtung selbsttätig ausgeschaltet wird. Im vorliegenden Falle ist das Maschinen- und Führerhaus im vorderen Turm auf der Wasserseite untergebracht, häufig findet man auch die umgekehrte Anordnung. Da der Führer dann das Schiff nicht übersehen kann, ist ein Mann am Kai notwendig, der ihn durch Signale verständigt.

Der vordere Auslegerarm ist der Schiffsmasten wegen aufziehbar. Der landseitige Ausleger kann, wenn gewünscht, zunächst fortgelassen und event. später bei Vergrösserung des Lagerplatzes angefügt werden, wie Fig. 169 punktiert andeutet.

Der Kran arbeitet mit einem Greifer von 1,7 cbm Inhalt. Für Kohle bevorzugt die Firma überhaupt Greiferbetrieb, während Erze noch immer mit Kübeln gefördert werden müssen. In einem Schutzhause auf der Brücke ist eine Wage untergebracht, mit der jede Ladung einzeln gewogen werden kann. Ob diese Einrichtung grossen praktischen Wert hat, ist fraglich, da der Rauminhalt der Schiffe ohnehin bekannt ist und das Verwiegen einen nicht unerheblichen Zeitverlust mit sich bringen dürfte.

Die Kohle kann entweder unmittelbar in die Eisenbahnwagen oder zunächst nach einem Hochbehälter geschafft werden, aus dem sie in die Wagen abgelassen wird. Ausserdem bedient der Kran zwei offene Lagerplätze.

Das erste deutsche Werk, das seine Erzverlagerung ganz nach amerikanischem Muster eingerichtet hat, ist das *Krupp*sche Hüttenwerk in Rheinhausen bei Duisburg, das den grössten Teil seiner Erze von auswärts bezieht und zum Entladen der Schiffe, sowie zur Bedienung der Lagerplätze und Vorratsbehälter 4 *Brown*sche Krane aufgestellt hat. Unter Benutzung einer Beschreibung in „Glückauf" vom 13. Sept. 1902, sei im folgenden einiges über diese Anlage mitgeteilt.

Die allgemeine Anordnung ist ähnlich wie in Fig. 169, doch ist die doppelschienige Stütze mit dem Maschinenhause

[1]) Nach Traction and Transmission, Sept. 1902.

auf die Landseite verlegt. Die Spannweite ist etwas geringer. Ein Kran wiegt 75000 kg und hat einschliesslich Montage 65000 M. gekostet.

Aus Fig. 170 ist die Seilführung zu ersehen. Der 45-pferdige Hauptstrommotor, der 200—550 Umdrehungen i. d.

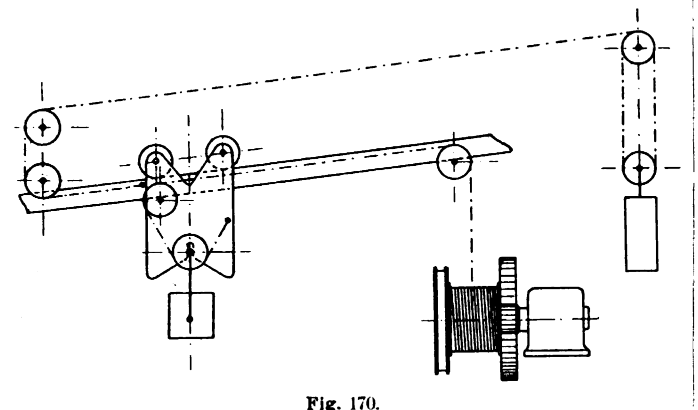


Fig. 170.
Seilführung der älteren Brownschen Krane in Rheinhausen.

Min. macht, arbeitet mit einfachem Vorgelege 1 : 4,6 auf die Trommel des Hubseils, das die Last in zwei Strängen trägt. Solange der Kübel gehoben wird, ist die Katze an einem Anschlag verriegelt und wird dadurch verhindert, dem Seilzuge zu folgen und sich nach der Winde hin zu bewegen. Durch den Anschlag der Rolle gegen die Katze wird die Verriegelung gelöst und gleichzeitig die Last eingehängt, so dass die weiterlaufende Winde die Katze nach rechts verfährt. Nach Entleerung des Fördergefässes läuft die Katze unter der Bremse zurück, riegelt sich wieder an dem Anschlag fest und gibt die Last frei, die jetzt ins Schiff abgebremst wird. Da die Neigung des Trägers — rund 1 : 8 — für den selbsttätigen Rücklauf nicht genügt, so greift auf der linken Seite der Katze ein Hilfsseil an, das durch einen 8rolligen Flaschenzug mit Gegengewicht straff gezogen wird und die nötige Beschleunigung hervorbringt.

Fig. 171 und 172 lassen die Einrichtung der Katze erkennen, die in dem Augenblick gezeichnet ist, wo sie bergablaufend gegen den auf der Fahrbahn verstellbaren Anschlag a stösst. Infolge des Anpralls tritt die Rolle des Anschlages in die Aussparung des im Katzengerüst gelagerten Hebels b_1, dreht diesen, ebenso wie den Hebel b_2, und verschiebt dadurch die Stange c nach unten. Gleichzeitig wird das obere Ende des um e drehbaren Fanghebels d durch b_1 und b_2 nach rechts gedrängt, der Fanghaken unten weicht also nach links aus und gibt den Zapfen der Lastrolle frei. Der Seilzug würde jetzt, während der Kübel sinkt, die Katze nach rechts fahren, wenn nicht Hebel b_1, der in die punktierte Stellung übergegangen ist, durch den Anschlag zurückgehalten würde.

Beim Aufziehen der Last stösst der Zapfen der Rolle von unten gegen die Gabel der Stange c. Diese wird aufwärts in die gezeichnete Lag verschoben, wobei sie b_1 und b_2 und damit auch Hebel d in die ursprüngliche Stellung zurückdreht. Die Verriegelung mit a wird gelöst, und die Last müsste, während die Katze nach rechts fährt, sinken. Da aber der Fanghaken vorgeschoben ist, hängt sich die Rolle in der Katze auf, und das Seil wird entlastet, so dass es nur einen dem Fahrwiderstande entsprechenden Zug erhält.

Die Katze ist mit einer Vorrichtung für selbsttätiges Entleeren des Fördergefässes versehen, die folgendermassen wirkt. Der Kübel hat in bekannter Weise die Neigung, nach vorn zu kippen. Er ist an einem aus zwei Flacheisen hergestellten Bügel aufgehängt und wird durch die zwischen den Flacheisen drehbaren Riegelhebel f am Kippen gehindert. An der Laufkatze ist ein einarmiger Hebel g angebracht, der durch eine eingekapselte Zugfeder h in seiner Stellung gehalten wird. Trifft nun die Rolle i auf der Fahrt gegen die schräge Fläche des an der Fahrbahn befestigten Anschlages k, so drückt sie den Hebel g nach unten, der seinerseits die vorstehenden Enden der Riegelhebel f niederdrückt. Der Kübel stürzt seinen Inhalt aus und kehrt dann in die aufrechte Stellung zurück, wobei der Riegel wieder einschnappt. Durch Versetzen des Bügels wird die Entladestelle gewechselt. Für Material wie Stückkohle wäre diese Vorrichtung wegen der grossen Sturzhöhe natürlich nicht brauchbar.

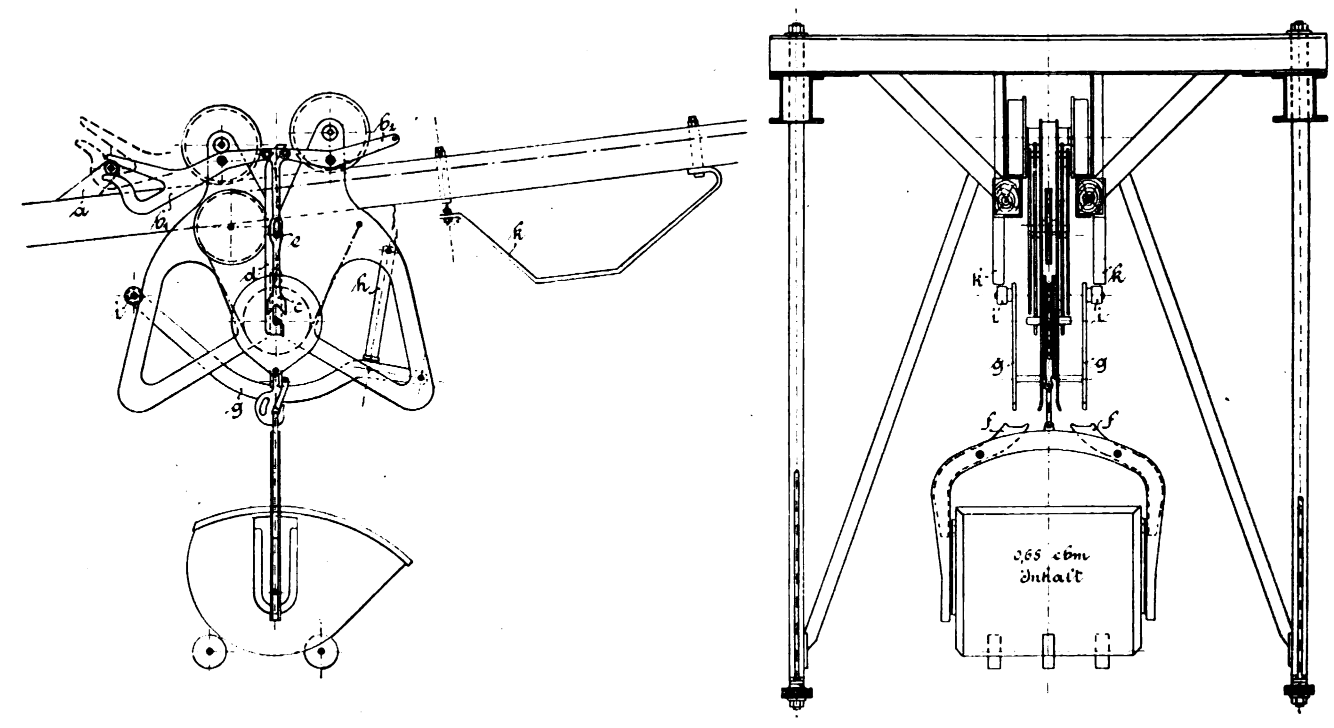


Fig. 171. Fig. 172.
Laufkatze der älteren Brownschen Krane in Rheinhausen.

Fig. 172 zeigt gleichzeitig den Querschnitt des Kranträgers, der sich von dem des *Bleichert*schen Kranes (S. 132 d. Bd.) im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass als Laufbahnträger Holzbalken verwendet sind, eingefasst durch ⊏ Eisen. Wahrscheinlich soll die elastische Unterstützung ruhigeren Lauf zur Folge haben.

Zum Antrieb des Kranfahrwerks wird der Windenmotor benutzt, dessen Bewegung durch Wellen mit *Hook*schen Gelenken nach den beiden Stützen hin übertragen wird, die sowohl einzeln, wie gleichzeitig verfahren werden

können. Da der Maschinist die Vorgänge im Schiff nicht beobachten kann, so ist diese Einrichtung später dahin abgeändert, dass die Kaimauerstütze einen besonderen Fahrmotor erhalten hat und durch den Signalmann verschwenkt

Fig. 173.
Seilführung des neuen Brownschen Kranes in Rheinhausen.

wird. Der Wechsel von einer Luke zur andern geschieht während der Zeit, wo die Katze unterwegs ist.

Die Geschwindigkeiten betragen nach der angegebenen Quelle:

Verfahren des Kranes bezw. einer einzelnen Stütze . .	0,4 – 0,5 m/Sek.
Heben der Last	1,7 „
Aufwärtsfahren der Katze .	4 „
Rücklauf der Katze . . .	6 „ .

Die Erze wiegen 1700—3000 kg/cbm. Für die leichteren Sorten werden Kübel von 1 cbm, für die schwereren solche von 0,68 cbm Inhalt verwandt. Das Gewicht der Ladung beträgt demnach ungefähr 1800 kg, das des Kübels 450 kg. In 10 Stunden werden von einem Kran durchschnittlich 320 t gefördert, wobei 8 Schaufler im Schiff angestellt sind. Dass die Leistung nicht höher ausfällt, wird damit erklärt, dass die älteren Rheinschiffe eine für die Entladung ungünstige Form haben, da sie aus vielen kleinen Abteilungen bestehen, deren Entleerung der Beanspruchung des Schiffskörpers wegen gleichzeitig in Angriff genommen werden muss. Daher hat der Kran häufig seinen Arbeitsplatz zu wechseln, ein Vorgang, der bei der grossen Höhe der Schiffsmasten mit Schwierigkeiten verbunden ist. Auch durch ungünstige Verhältnisse bei Verlagerung der Erze wird die Leistung heruntergedrückt.

In der beschriebenen Weise sind die drei älteren Krane des Hüttenwerkes ausgeführt. Der später aufgestellte vierte Kran weist verschiedene Abänderungen auf, namentlich in der Seilführung, die Fig. 173 skizziert. Hubseil und Fahrseil sind getrennt, und der Betrieb ist derselbe, wie bei der auf S. 131 d. Bd. beschriebenen Verladebrücke von *Bleichert*. Nur ist die

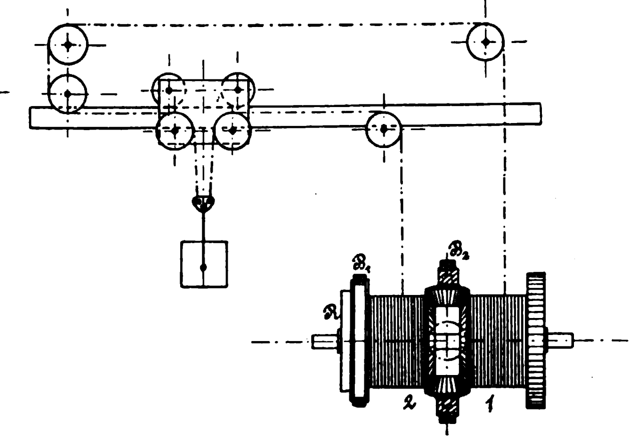


Fig. 174.
Huntsche Winde für Verladebrücken.

Winde insofern anders ausgeführt, als die beiden Fahrseiltrommeln jede das Seil vollständig aufwickeln und miteinander durch ein Wendegetriebe in Verbindung stehen, dessen 4 kleine Zwischenräder in einem feststehenden Ring gelagert zu denken sind. Alle Trommeln drehen sich lose und werden durch Reibkupplungen eingerückt. Die Fahrseile laufen bei beiden Trommeln auf derselben Seite auf. Die eingekuppelte Trommel wickelt Seil auf, während die andere ebensoviel hergibt.

Diese Ausführung ist von dem *Hüttenwerk Rheinhausen* deshalb gewählt, weil das Versetzen der Anschläge für Feststellen und Entleeren der Katze bei den älteren Kranen eine

Fig. 175. Fig. 176.

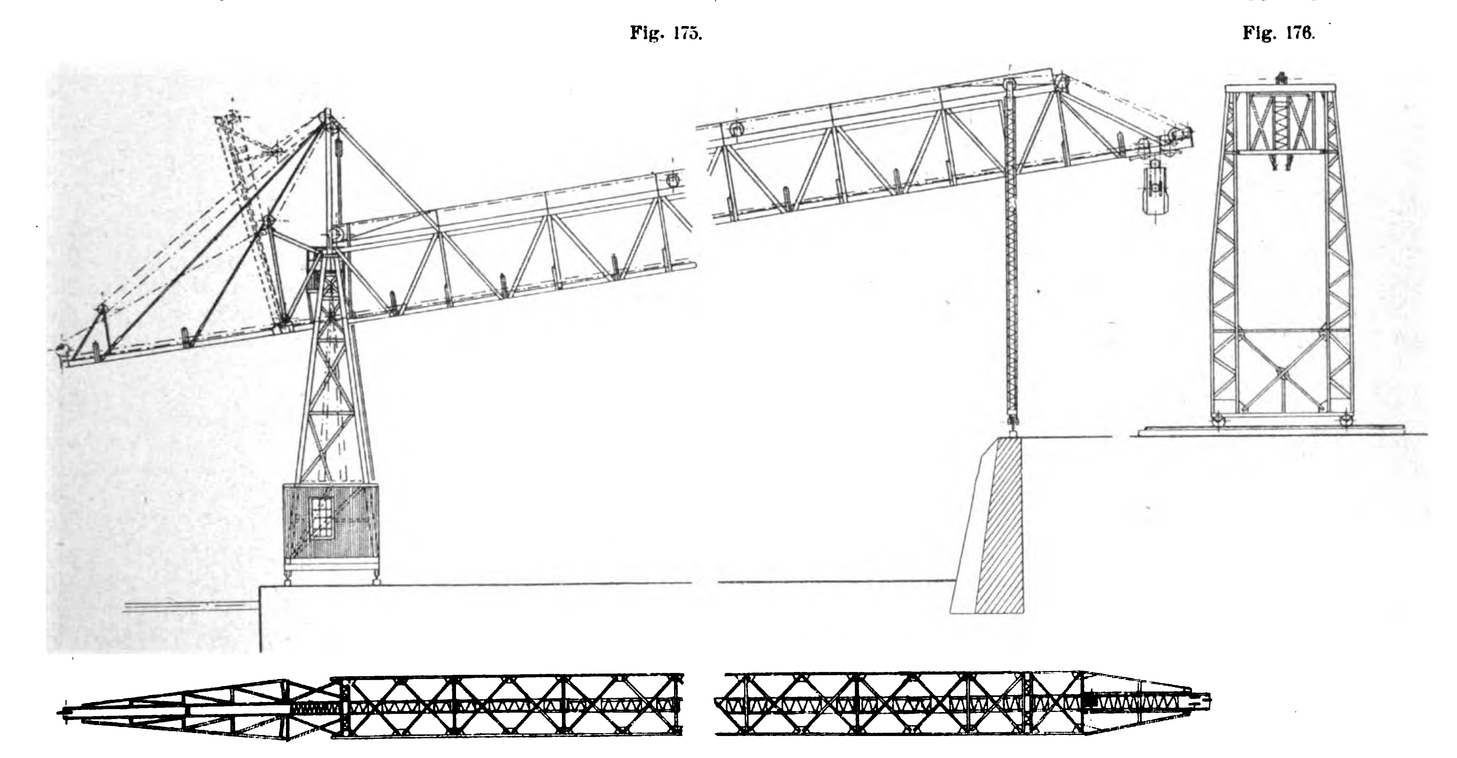


Fig. 177.
Fig. 175–177. Verladebrücke der Mc Myler Mfg. Co.

ziemlich umständliche Arbeit ist. Bei der neuen Ausführung kann an jedem beliebigen Punkte angehalten und entleert werden. Vorteilhaft ist ferner, dass der Kübel nicht unbedingt vor dem Beginn der Fahrbewegung in die Katze eingehängt zu werden braucht, sondern auch durch gleichzeitigen Antrieb des Hub- und Fahrwerkes schräg bewegt werden nicht zur Wirkung. Durch die Bremse B_2 wird die Last festgehalten bezw. gesenkt. Zum Verfahren der Katze müssen die Trommeln entgegengesetzt laufen. Man hält jetzt B_2 fest, das Wendegetriebe tritt in Tätigkeit und die Trommeln drehen sich entgegengesetzt, nachdem die Reibkupplung und die Bremse B_1 gelöst und der Motor in der

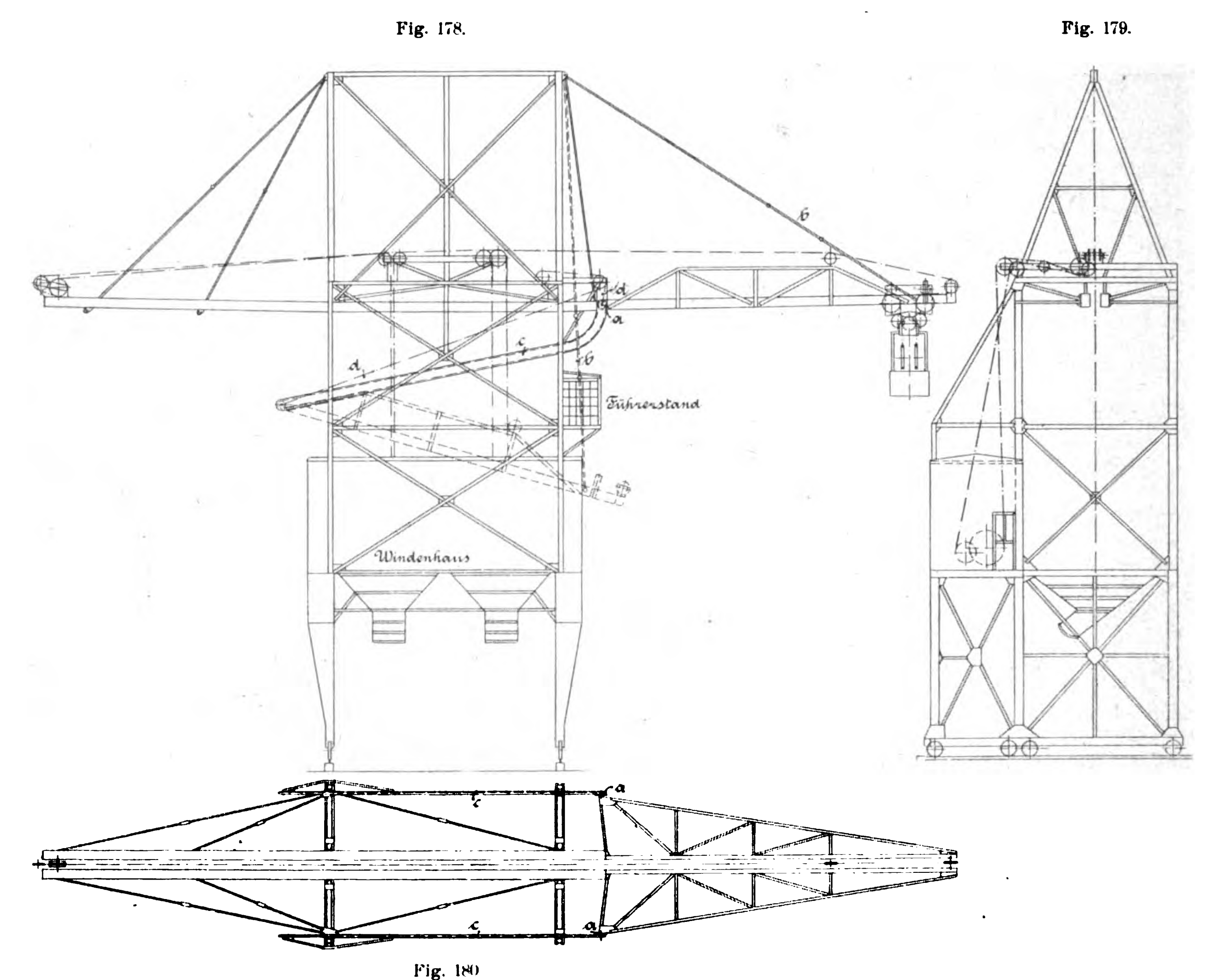


Fig. 178. Fig. 179.

Fig. 180

Fig. 178—180. Ueberladekran der McMyler Mfg. Co., Cleveland

kann. Dadurch wird es möglich, den Kübel an der Böschung des Erzhaufens in die Höhe zu ziehen und ihn so ohne Schaufelarbeit zu füllen.

Die Winde Fig. 173 lässt sich auch so einrichten, dass die Hubtrommel wegfällt und nur die beiden Fahrtrommeln mit dem Wendegetriebe bleiben, um jetzt gleichzeitig als Hub- und Fahrtrommeln zu dienen, wie in Fig. 174 skizziert. Die Seile laufen beide über eine Rolle in der Katze und sind am Lasthaken festgemacht. Die Winde arbeitet folgendermassen:

Das mit der Trommel 1 zusammengegossene Antriebsrad ist auf der Welle festgekeilt und dreht sich in beiden Richtungen. Trommel 2 kann mit der Welle durch die Reibkupplung R verbunden werden. Beide Trommeln lassen das Seil auf der gleichen Seite ablaufen, und sind durch ein Wendegetriebe verbunden, dessen Zwischenräder in einem drehbaren Ring gelagert sind, der durch ein Bremsband festgestellt werden kann. Soll die Last aufgezogen werden, so sind beide Seile einzuholen. Man rückt dazu die Reibkupplung R ein, löst die Bremsen und lässt den Motor anlaufen. Dann drehen sich die Trommeln in derselben Richtung und das Wendegetriebe kommt, da der Ring sich frei mitdreht, einen oder anderen Richtung angelassen ist. Durch Festziehen von B_1 wird die Fahrbewegung unterbrochen. Man könnte leicht durch Einbau einer zweiten Reibkupplung die Winde auch für einen nicht umsteuerbaren Antriebsmotor brauchbar machen.

Diese von *Hunt* in New York herrührende Konstruktion ist in Deutschland der Firma *J. Pohlig*, Köln, patentiert und für Verladebrücken mehrfach ausgeführt. Das Patent schliesst auch eine Abänderung ein, bei der nur Stirnräder zur Verwendung kommen.

Fig. 181.
Ueberladekran der King Bridge Co., Cleveland.

Fig. 175—177 geben eine Verladebrücke der *McMyler Mfg. Co.*, Cleveland, wieder. Sie unterscheidet sich von der *Brown*schen Konstruktion hauptsächlich dadurch, dass an die Stelle des parabelförmigen zusammengeschraubten Trägers ein genieteter Parallelträger getreten ist. Auch wird der Kübel nicht zwischen die Hauptträger aufgezogen, sondern die Fahrbahn ist nach unten verlegt. Dadurch wird die Versteifung einfacher, doch muss bei gegebener Schnitthöhe die ganze Brücke höher gelegt werden, womit die Gefahr des Kippens bei Sturm wächst. Die Ausbildung der Eisenkonstruktion ist aus der Zeichnung leicht verständlich.

In Fig. 178—180 ist ein Ueberladekran derselben Firma skizziert, der lediglich aus dem Schiff in Eisenbahnwagen zu fördern hat. Eigenartig ist die Konstruktion des beweglichen Auslegers. Während derselbe nämlich bei anderen Ausführungen in der Regel zum Aufziehen eingerichtet ist, lässt man ihn hier mit Hilfe des Seiles *d* in die punktierte Stellung herunter. Dabei bewegen sich die Rollen *a* zwischen den Schenkeln zweier seitlich angenieteter ⊏ Eisen *c*, während das Zugband *b* gestreckt bleibt. Der Ausleger ist ganz aus Profileisen gebaut, in dem feststehenden Teil dagegen besteht die Fahrbahn aus Holzbalken.

Fig. 182.
Lokomotivbekohlungskran der King Bridge Co., Cleveland.

Die Seilführung ist dieselbe wie in Fig. 173. Da der Kran mit zweiseiligem Greifer arbeitet, ist neben dem Hubseil noch ein zweites, ebenso angeordnetes Oeffnungsseil eingelegt.

Fig. 181 zeigt eine eigentümliche Kranform der *King Bridge Co.*, Cleveland, mit besonders langem Fachwerkausleger auf der Landseite. Die Last hängt in einem endlosen Seile, das zum Heben durch eine beweglich angeordnete Rolle mittels einer besonderen Trommel verkürzt wird, wie in Fig. 125, S. 73 d. Bd. skizziert war.

Eine Lokomotivbekohlungsanlage der genannten Firma bringt Fig. 182 zur Darstellung. Der mit Greifer arbeitende Verladekran schüttet die mit der Bahn ankommende Kohle auf einen offenen Lagerplatz und entnimmt sie von dort nach Bedarf, um die in Zwischenräumen dem Lagerplatz entlang angeordneten Hochbehälter aufzufüllen, aus denen die Lokomotivtender gespeist werden. Der Umweg über den Lagerplatz ist natürlich nur dann nötig, wenn die Kohle nicht regelmässig dem Bedarf entsprechend zugeführt wird.

Von amerikanischen Konstruktionen wäre endlich noch der *Hunt*sche Elevator zu erwähnen, der bei stark geneigter Fahrbahn mit einem einzigen Seil arbeitet. Da über dieses Kransystem schon viele Veröffentlichungen vorliegen[2]), so darf hier von einer eingehenden Besprechung abgesehen werden und es sei in Fig. 183 nur die Abbildung einer solchen Anlage nach Ausführung von *J. Pohlig*, Köln, gegeben. Das Prinzip dieser Bauweise wurde schon auf S. 75 d. Bd. nach Fig. 130 und 131 erläutert. Hier ist ein Greifer ohne lose Rolle verwandt und daher der Ausleger steil mit parabelförmiger Krümmung geführt. Ein zweites Seil war für das Oeffnen des Greifers notwendig. Aus den Schüttrümpfen, in die der Greifer sich entleert, wird das Material in die Wagen einer Drahtseilbahn abgezapft.

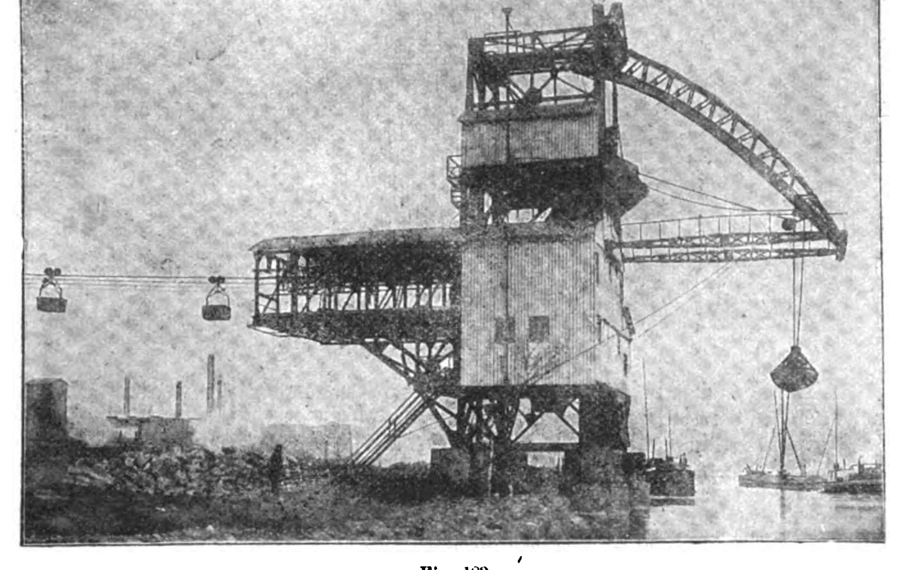


Fig. 183.
Feststehender Huntscher Elevator, ausgeführt von J. Pohlig, Köln.

(Fortsetz. folgt.)

[2]) Vergl. die Arbeiten von *Buhle*, ferner *Ernst*, Hebezeuge u. a.

Kleinere Mitteilungen.

Ueber ein neues Verfahren zur Darstellung von Mischgas erstattet Direktor *Borchardt*-Remscheid im Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, XLV. Jahrg. No. 43, S. 797 u. 798 Bericht. — Bisher leitete man bei der Erzeugung von Mischgas das Wassergas entweder unmittelbar in die Vorlagen der Steinkohlengasretorten, wobei zum Teil Kohlenwasserstoffdämpfe mitgenommen wurden, so dass sich der Benzolverbrauch beim Carburieren verringerte, oder man mischte die beiden Gase kurz vor ihrem Eintritt in den Behälter. In beiden Fällen durfte aber, wenn Störungen, besonders bei Gasmotoren, nicht auftreten sollten, die Menge des zugesetzten Wassergases 20—25 v. H. nicht überschreiten. Der Benzolverbrauch beim Carburieren schwankte bei diesem Verfahren zwischen 70 und 100 g für 1 cbm Wassergas. Verfasser leitete das Wassergas unmittelbar in die Retorten, aus denen das Steinkohlengas destilliert wird, und konnte so Mengen von 40, ja 50 v. H. zumischen, ohne dass sich Misstände irgend welcher Art gezeigt hätten. Dabei war, was besonders wichtig ist, die Zahl der Wärmeeinheiten des Mischgases fast auf derselben Höhe, wie die des reinen Steinkohlengases, (etwa 100—150 niedriger), und der Verbrauch von Benzol so gering (45—50 g für 1 cbm Wassergas), dass bei einem Zusatz von 10—15 v. H. Wassergas das entstandene Mischgas auch ohne Carburierung die genügende Lichtstärke von 13—14 HK ergab. Das Wassergas wird am oberen Ende des Retortenbodens durch eine mit Absperrhahn versehene Rohrleitung während der *ersten* Stunde der Destillation eingeblasen. Eine längere Zufuhr von Wassergas, ebenso eine in späteren Stufen der Destillation vorgenommene, ergab ungünstige Resultate. Das Verfahren vereinigt mit erheblich geringeren Betriebskosten den Vorzug, die oft schwer verkäuflichen Koksmengen ganz erheblich zu verringern. *Dr. Hgr.*

Zentralschmiervorrichtung.

Bei den bisher gebräuchlichen Tropfölern kamen, selbst wenn das Oel unter Druck zu den zu schmierenden Teilen gelangte, Verstopfungen, welche zu unliebsamen Störungen führten, teils im Oelventil, teils in den Lagermündungen der Oelleitrohre vor.

Diesem Uebelstande abzuhelfen fertigen *Cosack & Kleinert* in Berlin einen Zentralölapparat, welcher insbesondere für Motorwagen bestimmt ist, jedoch auch für Maschinen jeder Art verwendet werden kann.

Das Oel steht bei diesem Apparat unter stetem Druck von etwa 3 Atm., und der Oelabfluss zu jeder einzelnen Schmierstelle bei Motorwagen unter ständiger Kontrole vom Führersitz aus.

Wie beistehende Figur zeigt, besteht der Apparat aus einer kleinen Luftpumpe *a*, welche entweder an die Ventil- oder Kurbelwelle des Motors durch einen Exzenter angeschlossen wird. Diese Pumpe hat 15 mm Hub, Selbstölung und belastet selbst bei höchstem Druck den Motor nur in geringem Masse. Der Zweck der Pumpe ist, Luft in den etwa 4 kg Oel fassenden Behälter *b* zu pressen, welcher, um den Druck zu regeln, mit einem Sicherheitsventil versehen ist. Von hier fliesst das Oel nach Senken des Sperrhebels *c*, durch Leitung *e* in den vor dem Führersitz angebrachten Oelverteiler *d*, der beliebig viele Oelstellen enthält. Bei Anwendung an Motorwagen fassen die kleinen Oeler je etwa 25 ccm, der grössere für das Kurbelgehäuse dagegen 150 ccm Oel. Nach Füllung der Oeler wird der Sperrhebel *c* wieder umgelegt, wodurch die Luft durch Leitung *f* auf die in den Oelern auf dem Oel liegenden Kolbenscheiben, die nebenbei den Stand des Oeles anzeigen, drückt. Sofort setzen sich diese in Bewegung und drücken das Oel aus den Glasbehältern durch je ein einstellbares Drosselventil in die Leitungen zur Schmierstelle. Diese Drosselventile können einzeln vom Führersitz aus so eingestellt werden, dass sie gleichbleibend in der Zeiteinheit die gewünschte Menge Oel durchlassen.

Sollte sich nun auch hier die eine oder andere Leitung verstopfen — was jedoch zu den grossen Seltenheiten gehört — so braucht nur das Ventil mehr geöffnet zu werden, wodurch der stärkere Druck das Hindernis forttreibt. Die Verstopfung gibt sich durch Stillstand der betreffenden Kolbenscheibe im Glasöler sofort zu erkennen, wodurch einem Warmlaufen des zu schmierenden Teiles vorgebeugt ist.

Wie aus vorstehendem ersichtlich, ist zur Bedienung dieses Apparates nur ein einziger Handgriff nötig, und zwar Senken des Sperrhebels, um das Oel aus dem Behälter in die Verteiler gelangen zu lassen, und Emporheben desselben, um nun den Fortgang der Oelung zu beobachten.

Zu erwähnen ist noch, dass während des Füllens der Oeler keine Unterbrechung der Oelzufuhr zu den Leitungen stattfindet.

Natürlich kann der Oelbehälter samt der Pumpe an jeder beliebigen Stelle des Wagens angebracht werden. Das Manometer wird sodann nicht wie in der Abbildung auf dem Oelbehälter, sondern auf dem Luftdruckrohr oberhalb des Oelverteilers angebracht.

K.

Bücherschau.

Aufgaben aus der Elektrotechnik nebst deren Lösungen. Ein Uebungs- und Hilfsbuch für Studierende und Ingenieure. Von Dr. phil. *E. Müllendorf.* 113 Seiten 8⁰ mit 14 Textfiguren. Preis geb. 2,50 Mk.

Die vorliegenden Aufgaben sind, wie auch in der Einleitung erwähnt wird, in erster Linie für Studierende bestimmt, denen ein Mittel geboten werden soll, durch häusliche Arbeit das in den Vorträgen Gehörte zu befestigen und insbesondere die Anwendung der mathematischen Methoden auf technische Aufgaben zu lernen. Von diesem Standpunkt aus lässt sich das Ueberwiegen allgemein mathematischer Entwickelungen erklären, ebenso das lange Verweilen bei Aufgaben aus der Potentialtheorie. Dagegen wird der bereits in die Praxis eingetretene Elektrotechniker nicht sehr viele Aufgaben vorfinden, die ihn mit dem dort zu bewältigenden Stoff vertraut machen könnten; auch wären für diesen Zweck viele der Lösungen zu wenig ausführlich behandelt.

Andererseits dürfte wiederum der eingearbeitete Praktiker, der gelegentlich tiefer in Untersuchungen theoretischer Art eindringen möchte, manche Aufklärung über die mathematische Behandlung einer gestellten Aufgabe vorfinden, insbesondere in den Kapiteln über Stromverteilung, Wechselstromtechnik, Vektorenrechnung und Methode der kleinsten Quadrate.

Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, zweiter Band, vierter Band, vierter Abschnitt. **Signal- und Sicherungs-Anlagen,** zweiter Teil, bearbeitet von *Scholkmann.* Wiesbaden 1902. C. W. Kreidels Verlag 1902.

Dieser zweite Teil des 4. Abschnittes des rühmlichst bekannten Sammelwerkes bringt die Fortsetzung hinsichtlich der baulichen Einrichtungen der Stellwerksanlagen, was die Signale und ihre Stellvorrichtungen, dann die ergänzenden Sicherheitseinrichtungen an den fernbedienten Weichen, ferner die besonderen Gleisschutzeinrichtungen (Zugankündiger, Vorlegebäume, Festlaufgleissperren, Entgleisungsschuhe u. dergl.) anbetrifft. Den Schluss bildet das Beispiel einer jener Stellwerksanlagen, welche unter dem unmittelbaren Einflusse der Betriebsdienststelle stehen und nicht geblockt sind — Auch dieser vorliegende zweite Teil besitzt, wie es ja eigentlich als selbstverständlich gelten darf, alle jenen schätzenswerten Vorzüge, welche wir an dieser Stelle schon gelegentlich der Besprechung des ersten Teiles des vierten Abschnittes hervorzuheben angenehmen Anlass hatten. Allerdings musste sich in dieser Fortsetzung der Verfasser — wollte er den verfügbaren Raum nicht so und sovielmal überschreiten — wieder die Beschränkung auferlegen, lediglich die bekanntesten deutschen Einrichtungen oder besser gesagt bloss jene Einrichtungen in nähere Behandlung zu ziehen, welche vorwiegend innerhalb des preussischen Staatsbahnnetzes angewendet sind.

L. K.

Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung. Von Dr. *Ludwig Beck.* Fünfte Abteilung. Lieferung 1—4.

Die vorliegenden Lieferungen des seiner Vollendung entgegengehenden Werkes behandeln die Zeit vom Jahre 1860 an bis zur Gegenwart. Es fällt in diesen Abschnitt insbesondere die Einführung jener Prozesse, welche eine billige Massenproduktion von schmiedbarem Eisen gestatten, des *Bessemer*verfahrens, dann des *Siemens-Martin*prozesses und Ende der siebziger Jahre des für Deutschland so überaus wichtigen *Thomas*prozesses und anschliessend hieran des basischen *Martin*prozesses. Damit aber eine so gewaltige Produktionsvermehrung, wie sie in diesem Zeitraum stattfand, möglich war, mussten auch im Hochofen- und Walzwerksbetrieb neue Hilfsmittel eingeführt werden, von denen wir für den Hochofen insbesondere die Einführung der steinernen Winderhitzer von *Cowper, Whitwell* u. a. erwähnen wollen. In trefflicher Weise versteht es der Verfasser, die Entwicklung der Eisenindustrie auch in dieser Periode zu schildern und zwar in knapper, treffender Form, was bei dem grossen Umfang des vorliegenden Stoffes umsomehr anzuerkennen ist. Insbesondere die fünfte Abteilung des *Beck*schen Werkes wird eine wertvolle Ergänzung der vorhandenen Lehrbücher der Eisenhüttenkunde bilden.

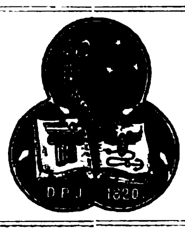
Wx.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 18. **Berlin, 2. Mai 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Neuerungen an den verschiedenen Systemen der drahtlosen Telegraphie.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**, Wien.

Wie es in der Natur der Sache liegt, haben die Ergebnisse der Versuche von *Marconi* vielseitige Anregung gegeben, den beschrittenen Weg weiter zu verfolgen und durch eingehendere Erforschung des bisher noch dunklen Gebietes der Fortpflanzung elektrischer Wellen im Raume einen Beitrag zur endgiltigen Lösung dieser nicht nur interessanten, sondern auch hervorragend praktisch wichtigen Frage zu liefern. Wurde durch *Marconi* die Möglichkeit der Nachrichtenvermittlung mittels elektrischer Wellen bereits in überzeugender Weise nachgewiesen, so hafteten dieser Vermittlung doch noch eine Reihe von Mängeln an, deren Beseitigung bisher nur teilweise gelungen ist. Das Bestreben der Forscher, *Marconi* allen voran, geht nun dahin, eine befriedigende Lösung der noch in Schwebe stehenden Aufgaben zu finden.

Drei Punkte sind es hauptsächlich, deren Klärung das nächste Ziel der Forschungen bilden. Als der wichtigste derselben dürfte das Problem der gegenseitigen Abstimmung zu bezeichnen sein. In zweiter Linie wird gesucht, die Entfernungen, über welche noch eine Nachrichtenvermittlung möglich ist, bedeutend zu vergrössern. Als dritter Punkt dürfte endlich das Bestreben zu verzeichnen sein, die drahtlose Telegraphie auch für die Nachrichtenvermittlung über Land in einer den bestehenden Bedürfnissen Rechnung tragenden Weise auszugestalten und auch hier die zur Zeit noch sehr beschränkten Entfernungen zu erweitern.

Am weitesten dürfte in Bezug auf die Erweiterung der Entfernung, über welche noch verkehrt werden kann, *Marconi* gelangt sein, dem nach beglaubigten Nachrichten die Durchquerung des atlantischen Ozeans gelungen ist, und der bereits am 22. Dezember v. J. Nachrichten von Kap Breton in Kanada nach Cornwall in England übersendet hat (siehe S. 47 d. Bd).

Die Hindernisse, die sich der Errichtung einer regelrechten Nachrichtenvermittlung auf diesem Wege entgegensetzen, sind, wie dies aus den später vorzuführenden Versuchen verschiedener Forscher zu ersehen sein wird, sehr bedeutende, und da es kaum möglich sein wird, sie auch nur annähernd unschädlich zu machen, so wird an eine Beseitigung derselben vorläufig nicht gedacht werden können.

Immerhin können die bisher erreichten Entfernungen schon als recht erhebliche angesehen werden, und hat man sich der Grenze, bis zu welcher nach den dermaligen Verhältnissen eine derartige gegenseitige Verbindung als praktisch wünschenswert angesehen werden kann, schon sehr genähert.

Weniger glücklich ist man jedoch in Bezug auf die Abstimmung gewesen, indem es zur Zeit noch immer nicht gelungen ist, eine vollkommene Abstimmung zu erreichen. Es ist dies aber auch trotz der aufs sinnreichste erdachten Anordnungen nicht Wunder zu nehmen, da man noch immer auf den Fritter als Empfangsinstrument angewiesen ist, der bekanntlich auf Wellen der verschiedensten Längen anspricht, und somit eine andere, als eine indirekte Abstimmung unmöglich macht. Auch der neue magnetische Wellenempfänger von *Marconi* scheint der unmittelbaren Abstimmung unzugänglich zu sein. Die indirekte Abstimmung, die doch nur auf Resonanzwirkung beruhen kann, führt aber niemals vollständig zum Ziele. Die Hauptbedingung hierfür ist eine Reihe schwacher Impulse die den Empfänger zum Mitschwingen bringen und in ihrer zeitlichen Summierung auf den Fritter so einwirken, dass derselbe zum Ansprechen gelangt. Der Fritter muss auf diese Weise ziemlich unempfindlich gemacht werden. Da jedoch die Intensität der elektrischen Wellen mit zunehmender Entfernung abnimmt, so geht es auf etwas bedeutendere Entfernungen nicht gut an, den Fritter allzu unempfindlich zu gestalten, weil sonst die Zahl der erforderlichen Impulse eine zu grosse werden und hierdurch die Geschwindigkeit der Nachrichtenvermittlung Einbusse erleiden müsste. Wird dieser Fritter aber von Wellen einer näher gelegenen Station, die naturgemäss viel kräftiger wirken, getroffen, so wird er, auch wenn der Sender dieser Station nicht mit dem Empfänger der Eingangsstation abgestimmt ist, höchst wahrscheinlich ansprechen und so entweder eine soeben einlangende Nachricht stören oder sonst irgendwie zu Irrungen Veranlassung geben. Durch Anwendung sehr kräftiger Sender ist man sonach auch in der Lage, die Nachrichtenvermittlung zwischen zwei Stationen geradezu unmöglich zu machen.

Es dürfte in dieser Beziehung nur dann eine vollständige Lösung zu erwarten sein, wenn es gelingt, einen Empfänger zu finden, der bei gleichbleibender Empfindlichkeit, sich so abstimmen oder einrichten lässt, dass er nur auf eine bestimmte, beliebig zu wählende Wellenlänge anspricht.

Was nun die Vergrösserung der Entfernungen für den Verkehr über Land betrifft, so scheint man schon ganz günstige Ergebnisse erzielt zu haben, die vor nicht gar zu langer Zeit zu erreichen eine Unmöglichkeit schien. Diese Ergebnisse beziehen sich allerdings nur auf mehr ebenes Gelände, wogegen ähnliche Ergebnisse bei starken Bodenerhebungen nicht erreicht worden sein dürften.

Als Uebergang auf den eigentlichen Gegenstand soll vorerst eine Beschreibung des Systemes der drahtlosen Telegraphie von *Slaby-Arco* gegeben werden, nachdem die Systeme von *Marconi* und Prof. *Braun* in dieser Zeitschrift (s. D. p. J. 1901, **316**, Heft 50 u. 51, 1902, **317**, Heft 29, 30 u. 32) bereits einer eingehenderen Besprechung unterzogen wurden.

Das System der drahtlosen Telegraphie von Slaby-Arco.

Slaby geht bei seinem Systeme von dem Grundgedanken aus, dass die Wirkung sowohl des Senders, als auch die des Empfängers dann am grössten ist, wenn die Länge des Auffang- bezw. Sendedrahtes, der hierbei geerdet sein muss, genau $^1/_4$ der Wellenlänge entspricht, weil sich hierdurch ein Schwingungsbauch der elektrischen Wellen an dem Ende derselben bildet und der Fritter hierdurch am kräftigsten angeregt wird. Da nun die von einem geerdeten Drahte ausgestrahlten elektrischen Wellen genau der vierfachen Länge dieses Drahtes entsprechen, so wird sich der Empfangsdraht dieser Länge anpassen müssen. Der für den Wellen-

empfang verwendete Fritter spricht nur auf Spannung an und muss daher so angeordnet werden, dass er gerade von dem Schwingungsbauche der Spannung getroffen wird. Da sich nun bei einem geerdeten Empfangsdraht der Spannungsbauch an der unzugänglichen Spitze des Drahtes ausbildet, indem der geerdete Draht an der Erdungsstelle das Potential Null hat; dieselbe ist sonach als Knotenpunkt der Spannungswelle anzusehen. Um diesem Hindernisse einer praktischen Anordnung des Fritters zu begegnen, ist es nur notwendig, in unmittelbarer Nähe des Erdungspunktes einen gleichgestimmten Verlängerungsdraht an den Empfangsdraht anzuschliessen, da sich die Schwingungen in diesem Drahte über den Knotenpunkt fortpflanzen und sich am Ende dieses Verlängerungsdrahtes ebenso ein Spannungsbauch ausbilden wird, wie an der Spitze des Auffangdrahtes. Dieser Verlängerungsdraht braucht, wie Fig. 1 zeigt, nicht geradlinig geführt zu werden, sondern er lässt sich auch zu einer elektrisch äquivalenten Spule aufrollen. Durch diese Anordnung wird nun zugleich erreicht, dass der Fritter gegen die Einwirkungen von Störungen durch elektrische Wellen anderer Wellenlänge geschützt ist, indem die Erde für dieselben keinen Knotenpunkt mehr bildet und sie sonach statt in den Verlängerungsdraht, unmittelbar zur Erde abfliessen. So wird auch eine Störung der Empfangsstation durch Gewitter, die früher eine der häufigsten Störungsquellen bildeten, ausgeschlossen. Allerdings können auch hier geringere Störungen dann auftreten, wenn die einlangenden Wellenimpulse so starke sind, dass der Empfänger durch den Stoss des ersten Funkens in geringe Eigenschwingungen versetzt wird. Dies ist jedoch für von einer Sendestation ausgehende Wellen nur dann möglich, wenn sich erstere in sehr geringem Abstande von der Empfangsstation befindet. Bei grösseren Entfernungen reichen diese einmaligen Stösse nicht aus, sondern das Ansprechen erfolgt erst dann, wenn die zahlreichen Pulsationen des einzelnen Funkens in ihrem Zeitmass mit den Perioden der Eigenschwingung zusammentreffen und dadurch die Wirkung allmählich verstärken. Nach Ansicht der Erfinder ist hierdurch nicht nur die Sicherheit der Zeichengebung wesentlich vergrössert, sondern es erweitert sich auch die Entfernung, auf welche eine Uebertragung noch möglich ist, beträchtlich.

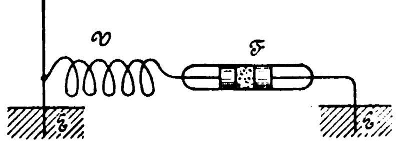


Fig. 1.

Es mag hier als nicht unwesentlich erwähnt werden, dass die Möglichkeit, auf sehr weite Entfernungen noch mit Sicherheit sprechen zu können, nicht als ein dem Systeme *Marconi* eigenartiges Merkmal angesehen werden kann, indem sich bei entsprechender kräftiger Elektrizitätsquelle mit allen bisher bekannten Systemen die gleichen Entfernungen erreichen lassen müssen. Dass *Marconi* auch hier einen bedeutenden Vorsprung nachzuweisen vermag, ist nicht in dem Systeme gelegen, sondern hauptsächlich darin, dass er von einer äusserst kapitalskräftigen Gesellschaft unterstützt, in der glücklichen Lage ist, seine Versuche ohne Rücksicht auf den damit verbundenen Kostenaufwand durchführen zu können. Ferner ist hierbei auch in Betracht zu ziehen, dass seitens der anderen, nicht minder genialen Erfinder, auf die Erreichung so grosser Entfernungen kein besonderer Wert gelegt wird, indem es sich doch vornehmlich darum handelt, innerhalb begrenzter Entfernungen, deren Höchstwert mit 300 km angenommen werden kann, eine durchaus verlässliche Nachrichtenvermittlung zu ermöglichen. Es werden schon jetzt ganz gewichtige Bedenken gegen die Anwendung so mächtiger Wellenerreger, wie solche von *Marconi* bei seinen Versuchen zur Telegraphie über den atlantischen Ozean zur Anwendung gelangen, erhoben, weil die auf diese Weise sich über einen weiten Raum zerstreuenden elektrischen Wellen infolge ihrer Mächtigkeit den wichtigsten Erfolg der drahtlosen Telegraphie, nämlich den Verkehr zwischen den Schiffen unter sich und dem Festlande illusorisch zu machen vermögen. Es ist dies einfach dadurch erklärt, dass die Schiffe, wenige Ausnahmen abgerechnet, stets mit nicht abgestimmten Empfängern ausgerüstet sind, um eben unter sich und ebenso mit den verschiedenen festländischen Stationen anstandslos verkehren zu können. Ihre Empfänger sprechen auf alle Wellen an und werden daher durch die von der mächtigeren Sendestelle ausströmenden Wellen beeinflusst. Eine Geheimhaltung der Nachrichten ist trotz gegenseitiger Abstimmung zwischen Sende- und Empfangsstelle ebenfalls ausgeschlossen, indem dieselben von näheren Punkten aus auch mit gewöhnlichen Empfängern aufgenommen werden können.

Nach dieser Abschweifung auf das System *Slaby-Arco* zurückkommend, ist als weiterer Vorteil der Anordnung dieser Erfinder hervorzuheben, dass für dieselbe vorhandene Erdleiter, wie Blitzableiter und eiserne Schiffsmaste, ohne weiteres zum Geben und Empfangen von Funkentelegrammen verwendet werden können. Die Abstimmung korrespondierender Apparate, sowie das gleichzeitige Empfangen verschiedener Telegramme mit einem Fangdrahte ist hierdurch, wie dies die praktischen Versuche bestätigen, gleichfalls als eine gelöste Aufgabe zu betrachten.

Um dies zu erklären, sei vorher erwähnt, dass man bezüglich der Wellenlänge allerdings auf die Länge der Sende- und Auffangdrähte angewiesen ist und man dieselbe nicht nach Belieben verlängern und verkürzen kann. Es wird dies aber indirekt doch dadurch möglich, dass man auch Wellen anderer Länge unter bestimmten Voraussetzungen zum Weiterwandern in dem Verlängerungsdraht veranlasst. Es erfolgt dies in der Weise, dass man die Gesamtlänge des Drahtes, d. h. Auffangdraht und Verlängerungsdraht gleich der halben Wellenlänge macht. Es ist dann der Erdungspunkt zwar kein reiner Knotenpunkt mehr, er lässt aber die Wellen fast ungeschwächt durch und zwar nur diese Wellen und keine anderen, indem nur hier die Welle der entsprechenden Länge frei ausschwingen kann, weil der Endpunkt des Drahtes einen Schwingungsbauch für die Spannung bildet. Sollen demnach von einem Auffangdrahte von nur 40 m Höhe Wellen empfangen werden, deren Länge nicht 160, sondern 200 m beträgt, so ist die Länge des Verlängerungsdrahtes mit 60 m zu bemessen. Durch dieses einfache Mittel ist es in ziemlich weitem Umfange ermöglicht, eine Empfangsstation zur Aufnahme verschiedener Wellenlängen einzurichten. Man braucht nur den verschiedenen Zusatzdrähten eine solche Länge zu geben, dass sie mit der Auffangstange zusammen die Hälfte der entsendeten Wellenlänge ausmachen. Die einlangenden Wellen gehen hierbei nur in jenen Verlängerungsdraht über, der der Hälfte der entsendeten Welle entspricht, während alle anderen Wellen entweder in die Erde oder in jenen Verlängerungsdraht übergehen, der der Hälfte der Länge der betreffenden Welle gleichkommt. Man ersieht, dass es auf diese Weise möglich wird, durch Anwendung einer grösseren Zahl von Verlängerungsdrähten, die mit entsprechenden Empfangsapparaten verbunden werden, gleichzeitig eine Anzahl verschiedener Nachrichten ohne gegenseitige Störung aufnehmen zu können.

Die Wirkungen der einlangenden Wellen lassen sich nun durch eine einfache, von *Slaby* „Multiplikator" genannte Einrichtung, vergrössern. Dieser Apparat besteht in seiner einfachsten Gestalt aus einer Drahtspule von bestimmter Form und Wicklungsart, die von der Wellenlänge abhängen. Diese Spule hat die Eigenschaft, die Geschwindigkeit eines elektrischen Impulses herabzusetzen, woraus aber eine wesentliche Erhöhung der Spannung sich ergiebt. Dieser Multiplikator ist aber nicht mit einem Transformator zu verwechseln, da derselbe keine Sekundärspule besitzt.

Die Wirkung dieses Multiplikators lässt sich auf Resonanzerscheinungen zurückführen und durch einen Vergleich mit einer ähnlichen akustischen Erscheinung erklären. Eine durch einen Schlag in Schwingungen versetzte Stimmgabel ertönt akustisch, ebenso wie ein Auffangdraht elektrisch ertönt, wenn er von elektrischen Wellen getroffen wird. Der erzeugte Ton der Stimmgabel ist aber nur schwach und verklingt sehr rasch infolge der Dämpfung, durch Widerstände, die die Zinken der Gabel bei ihren Schwingungen zu überwinden haben. Setzt man aber die schwingende Gabel auf einen Resonanzboden, so wird der Ton sofort lauter und währt länger an. Hier werden die Schwingungen auf ein anderes Medium übertragen, welches eine geringere Dämpfung besitzt und die Schwingungsamplituden verstärkt. In ganz ähnlicher Weise beruht die Wirkung des Multipli-

kators auf Verstärkung der Schwingungen und man erhält infolgedessen einen grösseren Spannungsbauch oder eine grössere Spannung am Fritter. Da nun der Fritter nur auf Spannung anspricht, so wird hierdurch die Sicherheit seines Ansprechens vergrössert. Der Multiplikator wirkt aber auch in anderer Weise, indem er nur solche Wellen hindurch lässt, auf welche er abgestimmt ist. Hierdurch wird die Sicherheit der Abstimmung wesentlich erhöht, indem alle Wellen, welche zu gross oder zu klein sind, aber von dem unvollkommenen Knotenpunkte an der Erdleitung durchgelassen wurden, von dem Multiplikator reflektiert werden und daher nicht zu dem Fritter gelangen können. Eine derartige Anordnung, in welcher A die Auffangstange, V den Verlängerungsdraht, M den Multiplikator, F den Fritter, B die Batterie für die Betätigung des Empfangsapparates R, K einen Kondensator und E die Erdverbindungen bedeuten, ist in Fig. 2 schematisch dargestellt.

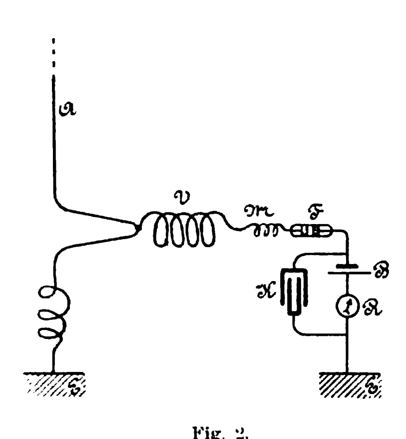


Fig. 2.

Von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass die Funkentelegraphie eine elektrische Kraftübertragung ist, bei welcher die grösstmöglichste elektrische Energie in die oszillierende Form umzusetzen ist, wurde hierfür nicht nur die Anwendung einer sehr hohen Spannung, sondern auch die einer grossen Elektrizitätsmenge als dienlich erachtet. Letztere wird nun von *Slaby-Arco* in der Weise erzeugt, dass statt eines einfachen isolierten Drahtes eine geerdete Sendeschleife (Fig. 3) zur Anwendung gelangt, in welche zur Vergrösserung der Elektrizitätsmenge ein Kondensator K eingeschaltet wird, bestehend aus einer Reihe von Leydener Flaschen. Für die Ladung wird die gesamte, durch die Erde geschlossene Schleife benutzt, wogegen für die Entladung, die mit dem Einsetzen des Funkens beginnt und die für die Fernwirkung allein wirksamen elektrischen Schwingungen hervorruft, nur der erste Vertikaldraht CK zur Ausnutzung gelangt. Um den Uebertritt dieser schnellen Schwingungen in den zweiten Vertikaldraht zu verhindern, wird zwischen den beiden Vertikaldrähten eine stark verstimmte Spule s von grosser elektrischer Trägheit geschaltet. Diese Spule reflektiert die Schwingungen und lässt sie daher nicht auf den zweiten Draht übergehen. Die Fernwirkungen können daher nur von dem ersten Drahte ausgehen und werden durch etwaige Gegenwirkungen des zweiten Vertikalleiters DE nicht gestört. Die Länge der von einem solchen Sender ausgesendeten Wellen ist durch die Länge des Drahtes und die Grösse des Kondensators vollkommen bestimmt. Sie lässt sich jedoch durch Einschaltung abgestimmter Spulen, deren Trägheitswirkung die Frequenz der Schwingungen herabsetzt, nach Belieben verändern. Es entspricht sonach auch jeder Frequenz eine genau zu berechnende Wellenlänge.

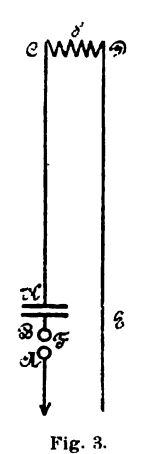


Fig. 3.

Eine andere Anordnung der Sendeanordnung ist aus Fig. 4 zu ersehen. Bei ihr wird der Kondensator K nicht mehr in den Stromkreis der Sendestange A geschaltet, sondern steht einesteils mit einer der Funkenkugeln F, anderenteils mit der Erde in Verbindung. Wird in diesem Falle der Draht durch einen ausgelösten Funken zu elektrischen Schwingungen angeregt, so beträgt die von demselben entsendete Wellenlänge genau das Vierfache der Länge des Sendedrahtes. Will man nun mit einer grösseren Wellenlänge arbeiten, so ist es nur notwendig, zwischen dem Drahte und der Erdleitung eine Zusatzspule Z einzuschalten, wie solche in Fig. 4 durch Punktierung angedeutet ist. Durch eine grössere Anzahl solcher Zusatzspulen, die auf einfache Weise zugeschaltet werden können, kann man sonach mit einer, die Zahl der Zusatzspulen um 1 übersteigenden Anzahl von Wellenlängen arbeiten. Zur Erzielung der grössten Wirkung erscheint es aber wünschenswert, die Schwingungen in dem durch die Erdverbindung geschlossenen Kreise, auf die Schwingungen des Drahtes abzustimmen, was in der einfachsten Weise durch Verstellung der regulierbaren Selbstinduktion S oder der regulierbaren Kapazität K erfolgt.

Um eine sehr sichere Wirkung zu erzielen, ist es notwendig, die Energie der Stösse des Funkengebers so gross als möglich zu gestalten. Dies hängt aber nicht allein von der Spannung, sondern auch von der Elektrizitätsmenge ab, welche bei der Funkenbildung zur Auslösung gelangt. Die Stosswirkung wird, wie beim freien Falle, um so grösser, je grösser neben der Fallhöhe bezw. Spannung die in Bewegung gesetzte Masse bezw. Elektrizitätsmenge ist. Die Funkenlänge jedoch, welche der angewendeten elektrischen Spannung entspricht, genügt hierfür allein nicht, es muss auch in dem Funken eine möglichst grosse Elektrizitätsmenge pulsieren. Bei den üblichen Induktionsapparaten wird hauptsächlich auf die Erzeugung möglichst hoher Spannungen gesehen und sind die bei denselben in Bewegung gesetzten Elektrizitätsmengen äusserst geringe. Sie lassen sich allerdings dadurch etwas vergrössern, dass man die Funkenlänge, wie dies *Marconi* tut, verkleinert. Will man aber, wie dies für die sichere Nachrichtenübertragung auf grössere Entfernungen unbedingt notwendig ist, die Funkenenergie entsprechend vergrössern, so ist es notwendig, von der Anwendung der gewöhnlichen Induktionsapparate Abstand zu nehmen und sich kräftigerer Erregerquellen zu bedienen. *Slaby* verwendet für diesen Zweck eine Wechselstrommaschine in Verbindung mit einem Transformator, da es auf diesem Wege möglich ist, hochgespannte Energie mit beliebigen Elektrizitätsmengen zu erzeugen. Fig. 5 zeigt eine derartige Einrichtung, wie solche von *Slaby* an Bord der deutschen Kriegsschiffe aufgestellt wurde. In derselben bedeutet W die Wechselstrommaschine, welche durch einen Elektromotor angetrieben wird und die Primärwindungen des Hochspannungstransformators V speist. Die Sekundärwindungen dieses Transformators sind mit den Funkenkugeln A und B verbunden. Der von diesen beiden Funkenkugeln ausgehende Schwingungskreis ist, wie dies schon in Fig. 3 dargestellt erscheint, ein vollständig geschlossener. Hierbei besitzen die beiden Vertikalleiter AC und BE eine tunlichst geringe Selbstinduktion, wogegen der Leiter CD eine sehr grosse Selbstinduktion hat. Die Folge hiervon ist, dass bei sich auslösenden Entladungen die in dem senkrechten Leiter erzeugten elektrischen Wellen nicht in den Leiter CD

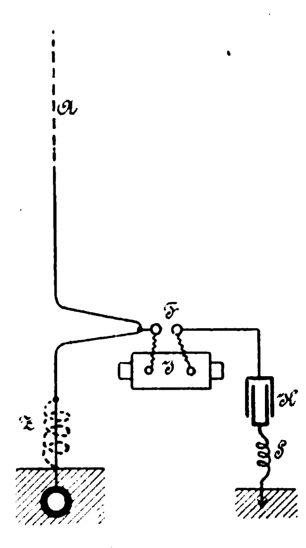


Fig. 4.

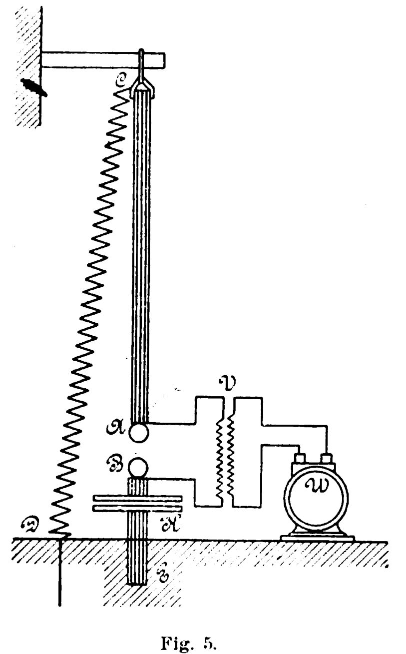


Fig. 5.

übertreten können. Während der Ladung wird der ganze Stromkreis in Anspruch genommen. Der mit A verbundene Teil des Kreises liegt durch CD an Erde und behält somit nahezu in seiner ganzen Ausdehnung die Spannung der Erde, so

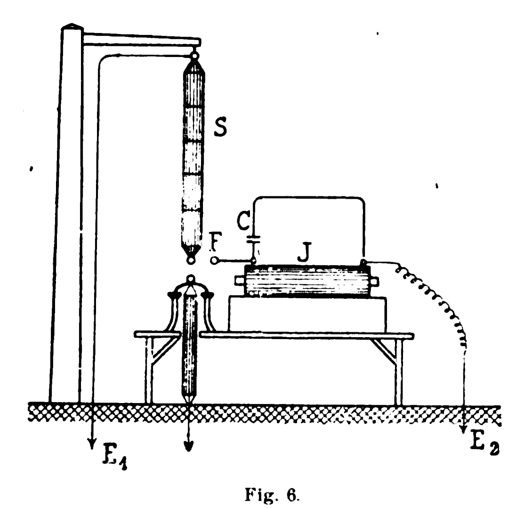


Fig. 6.

dass die Ladung fast ausschliesslich in den Kondensator K erfolgt. Der Einfluss der Selbstinduktion in dem Drahte CD während des Ladungsvorganges ist infolge der geringen Periodenzahl des Wechselstromes ein sehr geringer, wird hingegen bei der ungeheuren Frequenz des Entladungsstromes ein sehr bedeutender. Da nun in dem Kondensator vor Entladung ganz bedeutende Elektrizitätsmengen aufgespeichert sind, so ist leicht ersichtlich, dass mit einer derartigen Anordnung bedeutend grössere Energiewerte in Strahlung umgesetzt werden können, als bei Verwendung eines gewöhnlichen Induktors.

Fig. 6 zeigt eine andere Anordnung des Senders unter Anwendung eines Induktors. Bei derselben wird ein Kondensator C durch den Induktor J mit hochgespannter Elektrizität geladen und entladet sich einerseits durch die Funkenstrecke F in den Sendedraht, andererseits durch $E2$ unmittelbar in die Erde. Da hier nur die eine Kondensatorbelegung und die eine Funkenkugel, das sind Teile, die sich dauernd isolieren und absolut abschliessen lassen, Hochspannung zur Erde führen, so ist jede Gefährdung der mit den Apparaten arbeitenden Menschen nahezu ausgeschlossen. Hierdurch fallen auch alle Isolationsschwierigkeiten des Senderdrahtes fort und verspürt man beim Anfassen desselben nur kaum merkliche Schläge. Zur Erzeugung der Hochspannung werden Induktoren mit 40—50 cm Schlagweite verwendet und gelangt ein Quecksilber-Turbinenunterbrecher zur Anwendung, welcher unmittelbar an eine Lichtleitung angeschlossen werden kann und somit die Anwendung von Akkumulatoren oder Trockenelementen im Falle des Vorhandenseins solcher Leitungen ausschliessen lässt. Steht Wechselstrom zur Verfügung, so gestaltet sich die Anordnung noch einfacher, weil dann der Unterbrecher ganz in Wegfall kommt und der Induktor unmittelbar an die Wechselstromleitung angeschlossen wird. Die zur Verwendung gelangenden Kondensatoren werden aus Mikanit gefertigt und unmittelbar auf dem Induktor so angebracht, dass der eine die Hochspannung führende Pol des Induktors und Kondensators der Berührung nicht zugänglich ist. In Fig. 7 ist eine derartige Geberanordnung in Verbindung mit den Empfangsapparaten dargestellt. Die Schaltung des Empfängers, wie solcher zur Zeit von der *Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft* ausgeführt wird, zeigt Fig. 8 und ist ohne weitere Erklärung verständlich. Das Charakteristische dieser Anordnung liegt darin, dass das vom Geber erzeugte, pulsierende magnetische Feld nicht nur von einem einfachen Luftdrahte, sondern auch von einer geerdeten Luftdrahtschleife aufgefangen wird. Es ist bei dieser Anordnung der

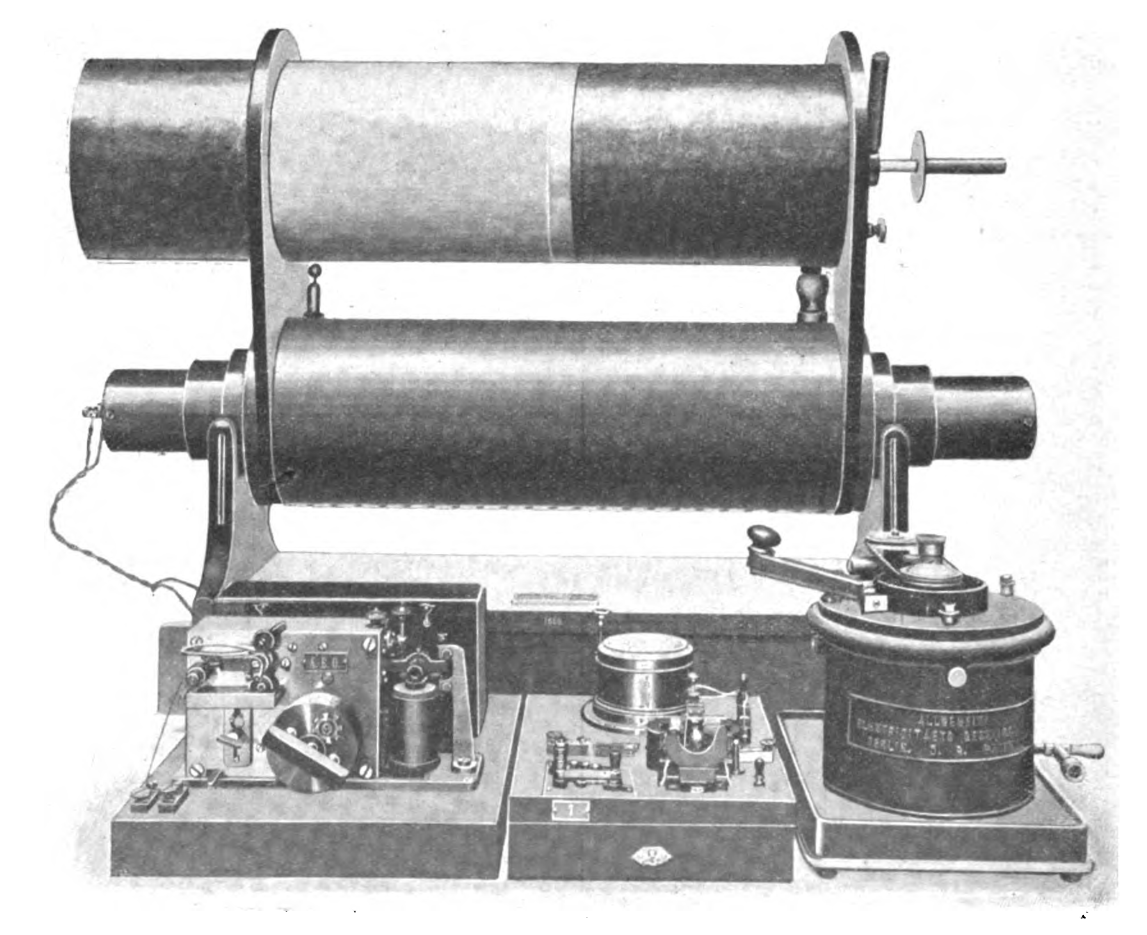


Fig. 7.

Nachteil, dass die an den Fritter gelangenden Wellen durch den Ortsstromkreis einen Nebenschluss finden, gänzlich beseitigt. Es gestaltet sich hierbei die Wirkungsweise des Empfängers so, dass sich der anfänglich sehr hohe Widerstand des Fritters beim Ansprechen sehr vermindert und dadurch auch den Stromdurchgang von der Batterie aus

durch das Relais, die Luftleitung und Erde ermöglicht. Durch diese Anordnung werden die atmosphärischen Störungen gleichfalls wesentlich verringert.

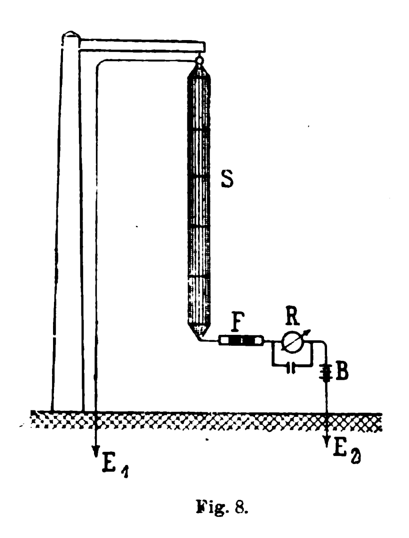


Fig. 8.

Eine weitere Verbesserung in der Einrichtung liegt in der Einführung einer selbsttätigen Unterbrechung des Fritterstromkreises. Der Klopferschlag wird hierbei erst dann gegen den Fritter geführt, wenn die Spannung des Fritterelementes abgenommen ist. Es wird dadurch ein leichtes und sicheres Auslösen des Fritters erzielt und auch dessen Lebensdauer bedeutend verlängert, weil der sonst in seinem Inneren auftretende Funke, bei Unterbrechung des Schwachstromkreises, welcher das Frittpulver allmählich zerstört, ausserhalb desselben verlegt ist. Ausser diesen Verbesserungen wird jeder Empfangsapparat für bewegliche Stationen mit einer Intensitäts-Schwächungsvorrichtung versehen, durch welche es ermöglicht ist, dass der Apparat auch auf ganz kurze Entfernungen, trotz der grossen Empfindlichkeit, sicher arbeitet.

Das System der drahtlosen Telegraphie nach *Slaby-Arco* fand ursprünglich nur für den Verkehr zwischen Schiffen und dem Festlande, oder zwischen zwei durch die See getrennten, feststehenden Stationen Anwendung und finden sich von denselben bereits über 40 Stationen auf Schiffen und über 10 Landstationen in dauerndem Betriebe. Die Sicherheit der Nachrichten. bezw. Befehlsübermittlungen wurde bei diesen Stationen bis zu Entfernungen von 200 km in ausreichender Weise nachgewiesen.

Es lag nun bei der ausserordentlichen Wichtigkeit einer schnellen und zuverlässigen Nachrichtenvermittlung zwischen den einzelnen Truppenteilen einer gemeinsam operierenden Armee nahe, die Funkentelegraphie auch für die Zwecke des Kriegsdienstes zu verwerten. Der bisherige Feldtelegraph vermochte trotz der grossen Dienste, welche er im allgemeinen leistete, allen Anforderungen denn doch nicht zu entsprechen, da bei seiner Einrichtung stets auf eine sehr sorgfältige Leitungsverlegung Bedacht genommen werden musste, die sich aber bei der Eile, mit welcher diese Arbeit in der Mehrzahl der Fälle auszuführen war, nicht immer erreichen liess. Es sind daher Isolationsfehler und Drahtbrüche unvermeidlich und sah man sich sonach oft gezwungen, mit Induktionsströmen und Telephonen zu arbeiten, wobei die besonders bei Befehlserteilung so wünschenswerte schriftliche Aufzeichnung nicht erzielt werden konnte. Auch fehlt im Kriegsfalle bei Abbruch einer Station häufig die Zeit zum Abbau der Leitung und macht daher die Menge des mitzuführenden Materiales einen bedeutenden Train erforderlich.

Alle diese Nachteile des auf Leitungsverwendung aufgebauten Feldtelegraphen führten zu Versuchen, die Funkentelegraphie auch für die Zwecke des Felddienstes nutzbar zu machen. Hierbei kann jedoch nur die abgestimmte Funkentelegraphie in Betracht kommen, weil nur sie wenigstens eine teilweise Geheimhaltung der übersendeten Nachrichten ermöglicht und daneben einen bedeutend geringeren Energieaufwand erfordert, als die nicht abgestimmte. Letztere erfordert nämlich einen Energieaufwand, der für eine Entfernung von 30 km einer mechanischen Leistung von 2 bis 3 PS. entspricht. Da Akkumulatoren schon wegen der Notwendigkeit, eine eigene Lademaschine mitzuführen, für felddienstliche Zwecke von vorneherein ausgeschlossen sind, so könnte diese Energiemenge nur durch eine von einem kleinen Motor angetriebene Dynamomaschine geliefert werden, was jedoch schon wegen der damit verbundenen grossen Belastung des Trains als nicht besonders zweckentsprechend angesehen werden muss. Ausserdem ruft aber die Kompliziertheit eines solchen Systemes Bedenken hervor. Bei Anwendung des Abstimmungsprinzipes dagegen kann mit so kleinen Stromstärken gearbeitet werden, dass Trockenbatterien als Stromquellen ausreichen.

Die funkentelegraphischen Stationen für Feldzwecke sind nun seitens der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft* in Berlin, welche die Ausführung der Patente *Slaby-Arco* übernommen hat, auf diesen Grundlagen ausgebildet worden. Hierbei sind sämtliche Apparate und erforderliche Hilfsmittel in einem Fahrzeuge untergebracht, welches aus einem Vorder- und Hinterwagen besteht, die nach dem Protzsystem zusammengehängt werden. In bezug auf die äussere Form, sowie auf die Einrichtung für die Bespannung, die Vorrichtungen zum Anbringen von Schanzzeug, die Spurweite und Radabmessungen ist den Normalien der deutschen Armeefahrzeuge, wie dies aus Fig. 9 ersichtlich, voll Rechnung getragen.

Die Verteilung der Apparate und des Zubehörs auf die beiden Wagenabteile ist in der Weise durchgeführt, dass im Vorderteil oder Vorderwagen alle Sende- und Empfangsapparate, sowie ein Teil der Hilfsmittel und die Hälfte der Trockenelemente sich befinden. Im Hinterteil ist die zweite Hälfte der Batterie und der Reservebedarf untergebracht.



Fig. 9.

Das Gesamtgewicht des ganzen Wagens beträgt nur 1800 kg. Die Wagen können deshalb auch ausserhalb der Wege auf offenem Gelände leicht fortgebracht werden. In besonders schwierigem Terrain kann der zweite oder Hilfswagen zurückgelassen werden, wodurch sich das Gewicht des zu bewegenden Fahrzeuges auf 900 kg herabmindert. Für die Zwecke der Telegraphie ist das Zurücklassen des Hinterwagens von keinem besonderen Belang, da alle notwendigen Teile der Station in dem Vorderwagen untergebracht sind, und der Hinterwagen nur die Reserve aufnimmt. Auch die in dem Vorderwagen untergebrachte Hälfte der Trockenbatterie ist vollkommen ausreichend, um den Strombedarf zu decken.

Die Ansicht eines geöffneten Vorderwagens (Fig. 10) zeigt, dass die Aufgabeapparate auf der rechten Seite, die Empfangsapparate auf der linken Seite dieses durch eine Scheidewand in zwei Teile getrennten Wagenkastens, eingebaut sind.

Die Apparatenanordnung im Vorderwagen ist aus Fig. 11 zu entnehmen und zwar sind a) *für die Sendeeinrichtung:* I. Induktor, II. Holzkasten mit 3 Leydenerflaschen und Abschaltefunkenstrecke, III. Abstimmungsspule mit Steckkontakt, IV. Hitzdraht-Ampèremeter, V. eingebaute Funkenstrecke, VI. Morsetaste mit magnetischer Funkenlöschung, VII. dreipoliger Hebelumschalter und VIII. Steckkontakt; b) *für die Emfangseinrichtung:* IX. und X. Empfangsapparat und Morseschreiber; XI. Abstimmspule mit Schiebekontakt und endlich XII. Batterie für den Empfangsapparat.

Das mit IV bezeichnete Hitzdraht-Ampèremeter bis 0,5 Ampère Messbereich, welches in Eisenrahmen federnd aufgehängt ist, kann durh einen kleinen Schalthebel in die zum Luftdraht führende Leitung eingeschaltet werden. Es ist für die Geberabstimmung ein unentbehrliches Hilfsmittel. In der Apparatenverbindung besteht ein wesentlicher Unterschied gegenüber der normalen Verbindung für feststehende und Schiffsstationen

nicht, ebenso sind die Apparate ganz die gleichen, nur mussten sie in der Konstruktion den besonderen Zwecken angepasst werden. So ist der Induktor mit einem einfachen Hammerunterbrecher ausgerüstet und in einen geschlossenen Holzkasten eingebaut. Der Empfangsapparat nebst Morseschreiber ist auf einen gefederten Kasten aufgesetzt, damit der Wagen auch über schlechtes Plaster in schärfster Gangart fahren kann, ohne dass hierdurch die Apparate in Unordnung geraten. Zu gleichem Zwecke musste auch dem Einbaue der Leydener Flaschen ganz besondere Sorgfalt gewidmet werden.

Als Stromquelle werden Batterien aus Hellesen-Lagerelementen verwendet, die in vier unter den Wagen angehängten Kästen untergebracht sind. Sie werden Trockenelementen aus dem Grunde vorgezogen, weil sie regenerierbar sind, und auch bei längerer Nichtbenutzung derselben die Salmiaklösung ausgegossen werden kann, wodurch eine zwecklose Abnutzung der Zinkelektroden hintanzuhalten ist.

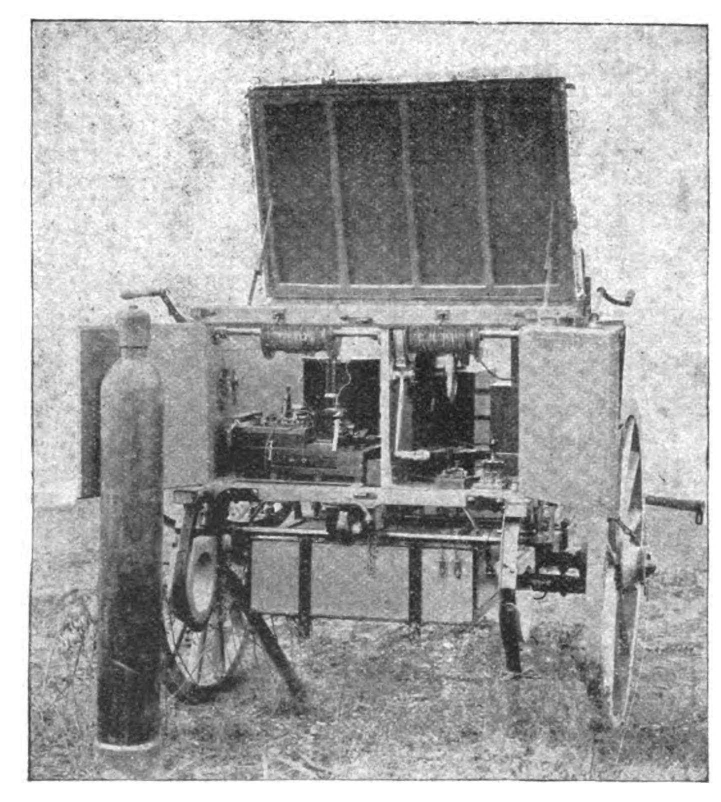


Fig. 10.

Die Elemente sind so angeordnet, dass durch Parallel- bezw. Reihenschaltung mittels eines im Vorderwagen befindlichen Umschalters eine Spannung von 10 bezw. 20 Volt hergestellt wird. Bei der Schaltung auf 20 Volt lässt sich die im Hinterwagen befindliche Batterie mittels Verbindungskabels zur vorderen Batterie parallel schalten, wodurch die Strombelastung der einzelnen Elemente herabgesetzt und so deren Lebensdauer verlängert wird.

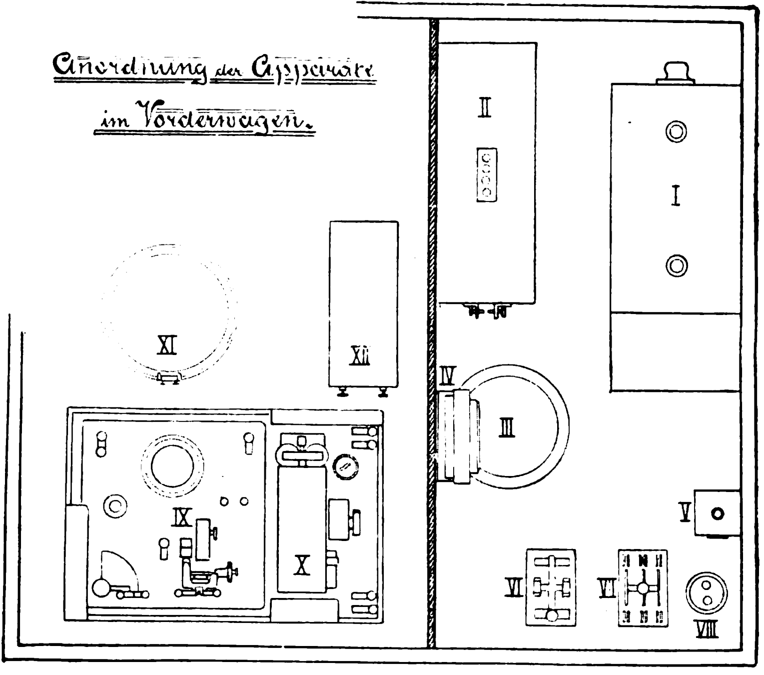


Fig. 11.

Um die Sendedrähte, welche aus Phosphorbronze- oder Stahldrahtlitzen bestehen, in die Höhe zu bringen, werden Drachen oder Ballons verwendet. Bei leichtem Winde eignen sich hierfür die Adlerdrachen, bei stärkerem Winde hingegen die amerikanischen Kastendrachen am besten. Dieselben werden in drei Grössen geliefert, wodurch sich eine der herrschenden Windstärke entsprechende Auswahl treffen lässt. Ballons kommen nur bei vollständiger Windstille oder bei sehr heftigem Winde zur Anwendung. Als solche werden Spezialdrachenballons benützt, welche 10 cbm Wasserstoff fassen, der in sechs Stahlflaschen mitgeführt wird, von denen sich eine im Vorderwagen und fünf im Hinterwagen befinden.

Zum sicheren Auflassen dieser Ballons, welche eine bedeutende Zugkraft besitzen, sind die zwei Rollen, auf welche die Stahldrahtlitze aufgewunden ist, auf einer im Vorderwagen festgelagerten Welle angebracht, die durch eine Bandbremse und ein Sperrwerk gesichert ist.

Da das System *Slaby-Arco* auf Erdung des Sendedrahtes beruht, musste das Bestreben dahin gerichtet sein, eine gute Erdverbindung in möglichst kurzer Zeit herstellen zu können. Dies ist in überraschend einfacher Weise dadurch gelungen, dass auf einer Rolle an der Unter- und Rückseite des Vorderwagens (s. Fig. 9) ein Band aus Kupferdrahtgaze von 1 m Breite und 10 m Länge aufgewickelt ist, welches, wenn die Erdung vorgenommen werden soll, abgerollt und auf den Boden flach ausgelegt wird. Diese Art der Erdung soll unter allen Verhältnissen ausreichend sein, insbesondere aber dann, wenn lebender Pflanzenwuchs von der Gaze bedeckt wird.

Ausser den Apparaten I—XII und den sonst bereits erwähnten Einrichtungen werden jeder Station noch beigegeben: ein Mikrophonempfänger mit Kopftelephon, eine Anrufklingel, sowie ein Werkzeugkasten mit Werkzeug.

Die Fertigmachung einer derartigen fahrbaren funkentelegraphischen Station zum Senden und Empfangen von Nachrichten soll mit vier geschulten Bedienungsmannschaften nicht ganz 10 Minuten erfordern.

(Fortsetzung folgt.)

Elektrisch angetriebener Luftkompressor.

Die Firma *Reavell & Co.* in Ipswich, England, baut seit einiger Zeit Luftkompressoren, deren Konstruktion, wenn auch durchaus auf englischen Geschmack zugeschnitten, doch auch für deutsche Ingenieure manches Interessante bieten dürfte. Zwar wollen wir durchaus nicht den in dieser Maschine ausgedrückten Grundsätzen in jeder Beziehung das Wort reden, aber es liegen doch viele eigenartige und in sich durchaus richtige Gedanken der ganzen Maschine zu Grunde.

Elektromotoren in den hier notwendigen Grössen lassen sich billig nur dann herstellen, wenn eine hohe Umdrehungszahl gewählt wird; geschieht der Antrieb vom Motor aus dabei durch irgend eine Uebersetzung, so geht in dieser ein nicht unbeträchtlicher Teil der entwickelten Arbeit nutzlos verloren. Eine unmittelbare Kupplung ist daher in jedem Falle vorzuziehen. Deutsche Werke haben nun die Form der früheren, langsam laufenden Kompressoren beibehalten, ihr Bestreben ging eigentlich nur dahin, dasjenige Glied, welches bei hohen Tourenzahlen die grössten Schwierigkeiten verursachte, die Ventile, zweckentsprechend umzubilden. Die englische Firma dagegen änderte an der Ventilkonstruktion so gut wie nichts, sie wählte für diese nur sehr geringen Hub und verhältnismässig grossen Querschnitt; dagegen beschränkte sie den Hub der Maschine selbst bis aufs äusserste, ordnete, um eine genügende Leistung zu erhalten, statt eines einzigen grossen, eine Reihe kleinerer Kompressoren an, und verteilte diese so um die Kurbelachse, dass ein sehr gleichmässiges Drehmoment zustande kam. Bei dem kleinen Hub wurde selbst bei hohen Tourenzahlen die Kolbengeschwindigkeit gering und die Beschleunigungskräfte überstiegen das zulässige Mass nicht. Der kleine Hub drängte aber andererseits zur Wahl einer zweistufigen Verdichtung, da sonst die gewünschten Drücke von $5^1/_2$ bis 7 Atmosphären sich nicht erreichen liessen. Ausserdem war aber auch diese zweistufige Verdichtung wiederum zur Erreichung einer hohen Tourenzahl günstig. Es ist nämlich durch zweckmässige Wahl des Verhältnisses der beiden Kolbenflächen erreicht, dass der Gestängedruck niemals die Richtung wechselt, wenn er auch natürlich gewissen Schwankungen unterworfen ist. Selbst wenn im Gestänge ein geringes Spiel vorhanden ist, wird also der Kompressor ruhig und ohne Schlag laufen und eine Vergrösserung des toten Ganges wird durch das Arbeiten der Maschine selbst nicht eintreten.

Der oben erwähnte Grundsatz der Teilung eines Kompressors in eine Reihe kleinerer ist auch insofern noch weiter verfolgt, als von demselben Motor zwei genau gleiche Maschinen angetrieben werden, die zu beiden Seiten des Motors angeordnet sind. Durch alle diese Mittel ist es ermöglicht, unmittelbare Kupplung mit einem Elektromotor zu wählen, der allerdings immer noch als ein langsam laufender bezeichnet werden muss, dessen Umdrehungszahl aber doch weit über der in Deutschland bei unmittelbarer Kupplung verwandten liegt.[1]) Aeusserlich erhält dann die ganze Anordnung die in Fig. 1 wiedergegebene Gestalt, während die innere Konstruktion durch Fig. 2 veranschaulicht wird.

Wie man sieht, sind die Lager des Elektromotors überhaupt fortgefallen, an beiden Enden ist seine Welle durch eine starre Kupplung mit den Kurbelachsen der beiden Kompressoren verbunden. Diese ruhen in je einem Lager, dem man reichliche Abmessungen gegeben und das man mit Ringschmierung versehen hat. Von der Kurbelachse aus werden die vier Kolben eines jeden der beiden Kompressoren mittels Schubstangen in bekannter Weise angetrieben. Die Luft tritt dabei aus dem innersten Teil des Gehäuses, der die Kurbelachse umgibt und der mit der äusseren Luft in Verbindung steht, durch Schlitze in den weiteren Teil der Zylinder ein. Sobald diese Schlitze durch den Kolben verdeckt sind, beginnt die Kompression, die durch Druckventile hindurch in den Aufnehmer stattfindet. Aus diesem saugt sie der Kolben in den kleineren Teil des Zylinders und befördert sie in den Hochdruckraum, der in Gestalt eines viereckigen Ringes das ganze Gehäuse umgibt. Für den kleinen oder Hochdruckzylinder sind dabei sowohl Saug- wie Druckventile angeordnet, die ebenso wie die Druckventile am grossen Zylinder natürlich selbsttätig mit Federbelastung arbeiten, und, wie schon bemerkt, einen ganz kleinen Hub erhalten. Der ganze übrige Raum, der von dem gusseisernen Kompressorgehäuse umschlossen wird, also der Raum ausserhalb der Zylinder, soweit er nicht von dem genannten Ringraum oder von dem inneren mit Luft erfüllten Teile eingenommen ist, wird von Kühlwasser durchflossen; und ferner ist der Aufnehmer so ausgebildet, dass jeder Hochdruck-Zylinder nicht die von dem zu ihm gehörigen Nieder-

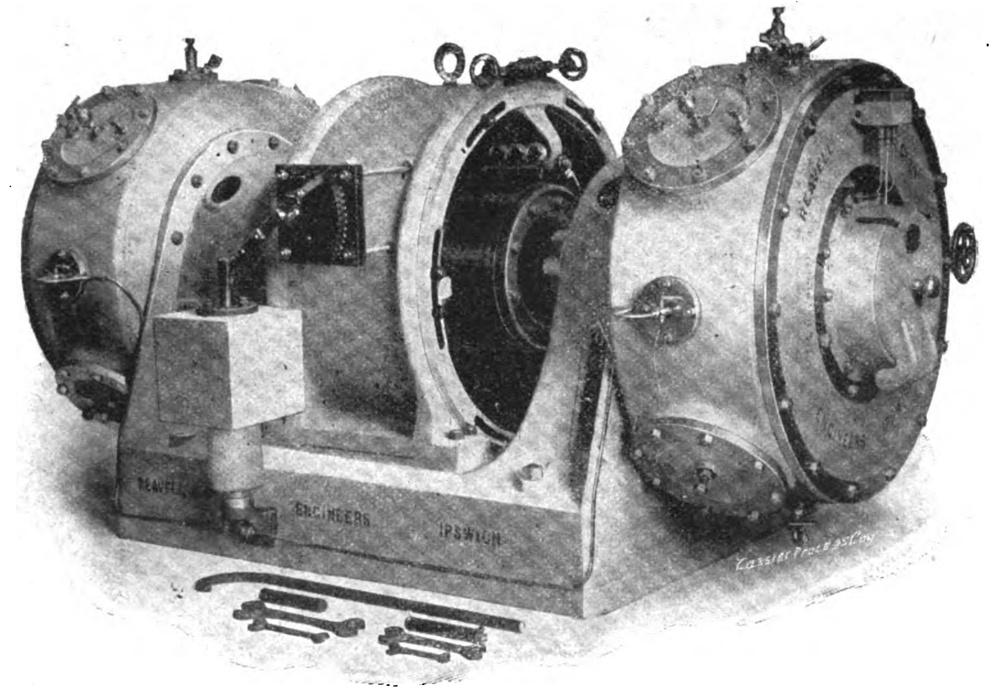


Fig. 1.

[1]) Genauere Zahlen hierüber fehlen leider in unserer Quelle: The Engineering Times Vol. IX. No. 1.

druckzylinder geförderte Luft ansaugt, sondern dass diese von dem Nachbarzylinder geliefert wird und erst angesaugt werden kann, nachdem sie ein vom Kühlwasser umspültes Kupferrohr durchströmt hat. Da nun auch der erwähnte Hochdruckringraum von drei Seiten von dem kalten Wasser umgeben ist, so findet also eine doppelte energische Kühlung der Luft statt.

Interessant ist schliesslich noch die Regulierung des Kompressors: in einem Luftzylinder wird einem federbelasteten Kolben durch die gepresste Luft selbst, die diesem Zylinder mittels enger Röhrchen aus dem Druckraume zugeführt wird, das Gleichgewicht gehalten. Die aus dem Zylinder herausragende Kolbenstange ist unmittelbar mit dem Schalthebel eines Nebenschlussregulierwiderstandes verbunden. Lässt nun der Druck der Luft im Druckraum nach, weil der Verbrauch ein grösserer wird, so schaltet sich selbsttätig ein Teil des Widerstandes aus und die Tourenzahl wächst. Beim Steigen des Luftdruckes tritt natürlich das Entgegengesetzte ein. Die ganze Reguliervorrichtung ist deutlich in Fig. 1 vorn am Motor zu erkennen.

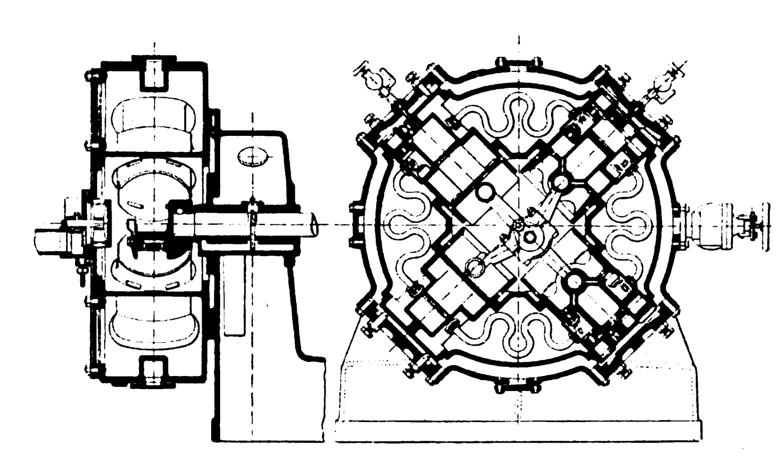


Fig. 2.

Es muss zugegeben werden, dass dieses Bild einen äusserst guten Eindruck auf den Beschauer hinterlässt. Die ganze gedrungene Bauart, die unmittelbare Aufnahme aller entstehenden Kräfte im Maschinenbett selbst, die sofort in die Augen springende Tatsache, dass die Montage an Ort und Stelle eine sehr einfache sein muss, wenn nicht gar in manchen Fällen sogar ein betriebsfertiger Versand des Ganzen stattfinden kann, muss unbedingt für sich einnehmen.



Allerdings erscheint zunächst die Zugänglichkeit zu den bewegten Teilen nicht überall genügend gewahrt. Aber nach Entfernung eines der vier Verschlussdeckel am Rande liegen die zu dem betreffenden Zylinder gehörenden Ventile teils ganz frei, teils sind sie leicht zu erreichen, und dass das Kurbelgetriebe nach aussen durch einen aufgeschraubten Deckel abgeschlossen ist, erscheint dem an raschlaufende Kapselmaschinen gewöhnten Engländer eigentlich selbstverständlich, bietet ja zweifellos auch manche Vorteile.

Zum Schlusse bemerken wir noch, dass der im Bilde vorgeführte Kompressor etwa 500 cbm Luft von 7 Atmosphären Ueberdruck in der Stunde zu liefern vermag. Leider fehlen sonstige Angaben über die Abmessungen, sodass eine Bestimmung der Tourenzahl nicht ermöglicht ist.

F. Mbg.

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 271 d. Bd.)

Seilbahnkrane.

Wenn bei grösseren Spannweiten eine aus Walzeisen konstruierte Verladebrücke zu schwer wird oder sich überhaupt nicht mehr ausführen lässt, kann man häufig mit Vorteil Seil als Tragorgan benutzen. Auch für vorübergehende billige Anlagen werden sich Seilbahnkrane empfehlen.

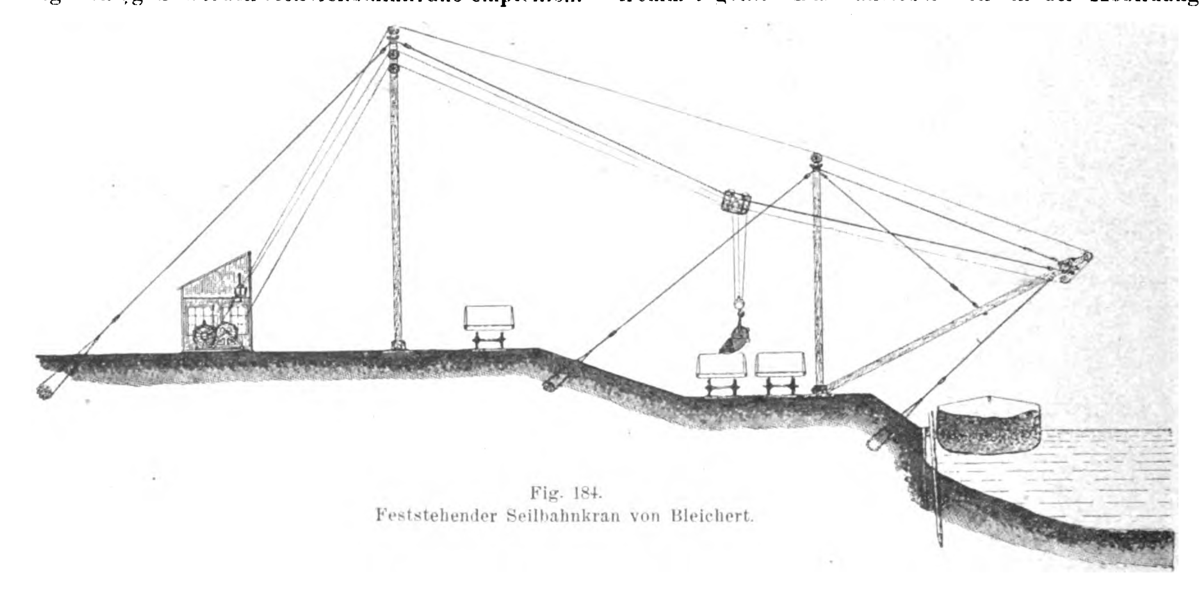


Fig. 184.
Feststehender Seilbahnkran von Bleichert.

In Amerika hat, neben *Brown Hoisting Machinery Co.*, namentlich die *Lidgerwood Mfg. Co.* dieses System verbreitet, in Deutschland betreibt neuerdings die Firma *Adolf Bleichert & Co.*, Leipzig-Gohlis, den Bau von Seilbahnkranen.

Fig. 184 giebt einen feststehenden Kran nach dem Entwurf dieser Firma wieder. Die hölzernen Stützen, die das Tragseil aufzunehmen haben, sind mit Seilen am Boden verankert, in der Weise, dass jederzeit ein Nachspannen möglich ist. Auf dem Tragseil läuft die Katze mit 2 Rollen. Der Kübel ist mit einer losen Rolle in 3 Strängen am Lastseil aufgehängt, das von der Katze nach links hin zur Windentrommel geht. Das unterste Seil in der Abbildung ist das Fahrseil, das auf beiden Seiten der Katze angreift und dessen eines Trum über die Köpfe der Stützen zu der Rolle am Ende des wasserseitigen Auslegers geführt ist.

Einen fahrbaren Seilbahnkran grösserer Spannweite zeigt Fig. 185. Die beweglichen Türme sind hier durch Gegengewichte zu beschweren, die dem Kippbestreben des Trag-

seilzuges das Gleichgewicht halten. Hub- und Fahrseil sind ebenso geführt, wie in Fig. 184. Damit das letztere bei den Bewegungen des Tragseiles nicht schlaff wird, läuft es im landseitigen Turm über eine gewichtsbelastete Spannrolle. Bei der grossen Länge würden die Seile sehr stark durch-

Fig. 185. Fahrbarer Seilbahnkran von Bleichert.

hängen. Um das zu vermeiden, verwendet man Seilträger, die von der Katze mitgenommen und auf einem oberhalb des Tragseiles gespannten, festen Hilfsseil in gewissen Entfernungen abgesetzt werden.

Fig. 186 giebt die Abbildung einer Laufkatze der *Lidgerwood Mfg. Co.*, New York, und Fig. 187 die eines Seilträgers für sich. Auf dem Horn der Katze, die sich im Augenblick nach links bewegt, hängen eine Anzahl Seilträger, deren obere Oeffnungen, durch die das Hilfsseil gezogen wird, verschieden gross sind. Ihnen entsprechen Knoten von zunehmender Grösse auf dem Seil, sodass der Seilträger über die kleineren Knoten frei fortgeht und erst an dem für ihn bestimmten hängen bleibt. Beim Rückgang nimmt die Katze die Seilträger nacheinander wieder auf.

Die abgebildete Laufkatze hat 2 Lasthaken und ist für den Transport grosser Förderschaufeln bestimmt, die behufs Entleerung durch den kleinen Haken an einem Ende angehoben werden. Diese Schaufeln eignen sich in erster Linie für Erdbewegungen. Den 3 Seilen entsprechend ist der Seilträger mit 3 kleinen Tragrollen ausgerüstet, von denen die beiden oberen, seitlich gelegenen für die Hubseile, die untere für das Fahrseil bestimmt ist.

In der Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen vom 3. Mai 1902 gibt *H. Haberfelner* einen ausführlichen Bericht über die Aufstellung eines Seilbahnkranes, aus dem im folgenden einiges wiedergegeben sei. Der Kran dient zum Transport tauben Materials auf die

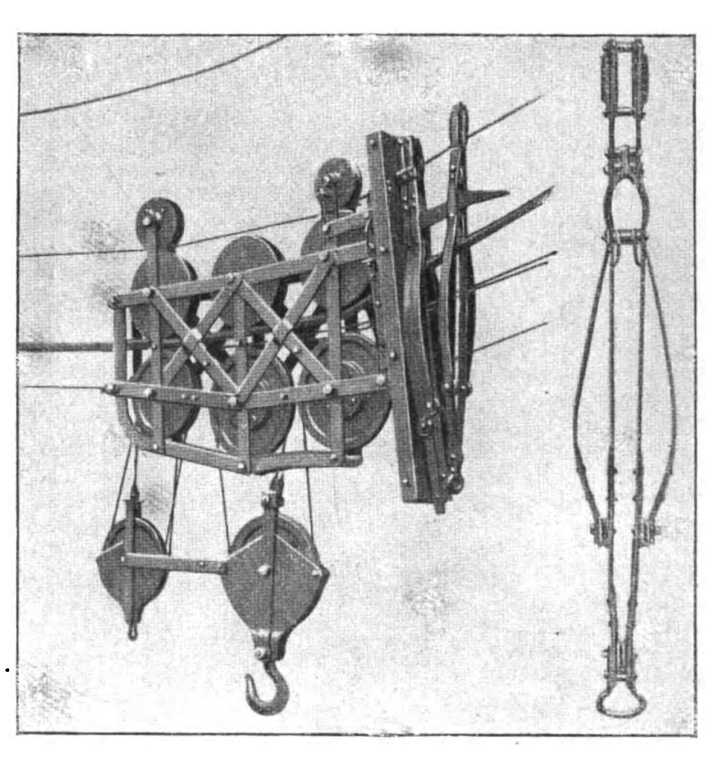


Fig. 186. Laufkatze — Fig. 187. Seilträger — der Lidgerwood Mfg. Co.

Halde und hat bei 40 m Pfeilerhöhe eine Spannweite von 283 m. Das Tragseil besteht aus 6 Litzen von je 16 mm Durchmesser, die aus 3 mm starken Drähten hergestellt sind. Es hängt unbelastet in der Mitte 11,5 m durch, doch vergrössert sich dieses Mass auf 12,5 m, wenn die Last, bestehend aus der Katze von 1150 kg, dem Kippgefäss von 950 kg Gewicht und 2000 kg Kübelinhalt, über der Mitte steht. Das Hubseil hat 16, das Fahrseil 13 mm Durchmesser.

Wie aus der Skizze der Laufkatze, Fig. 188 und 189, hervorgeht, trägt das Hubseil die Last in loser Rolle und ist an einem Ende des Kranes festgemacht, während das Fahrseil an beiden Seiten angreift. Die Rolle wird während des Fahrens in die Katze eingehängt, und zwar in folgender Weise. Auf den Fanghaken a wirken zwei Federn b_1 und b_2, die ihn in die Stellung 1 zu drängen suchen. Diese Lage hat der Haken inne, während die Last aufgezogen wird. Wenn jedoch die vorspringenden Zapfen der losen Rolle gegen die schräge Unterfläche des Hakens stossen, so drängen sie ihn nach links hin in Stellung 2. Ist die Rolle genügend hochgehoben und wird dann wieder nachgelassen, so tritt der Zapfen in die punktiert angedeutete Aussparung des Hakens, der jetzt in die Mittelstellung gedrängt wird.

Nun ist das Hubseil locker, und die Katze kann verfahren werden. Um die Last wieder zu lösen, hat der Maschinist das Hubseil ein wenig anzuziehen, so dass der nach rechts federnde Haken den Zapfen auf der linken Seite heraustreten

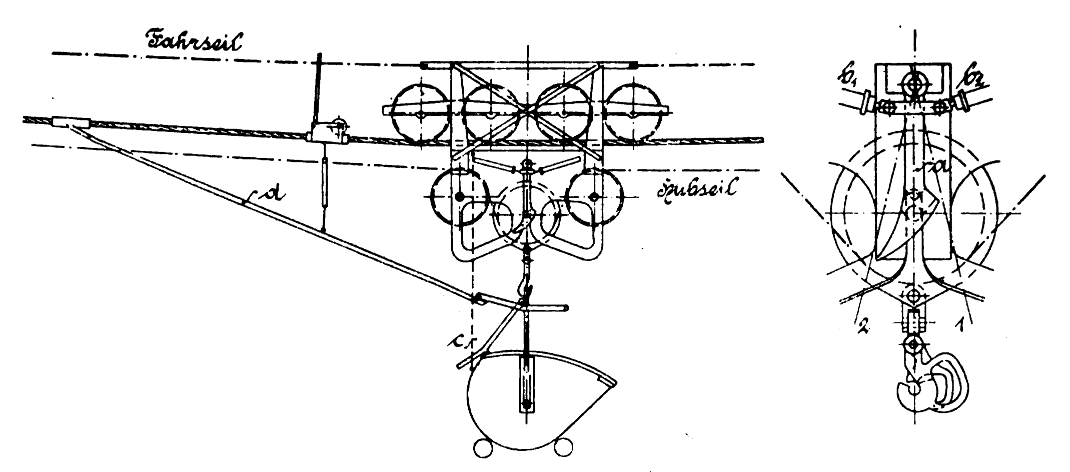


Fig. 188.
Laufkatze der Brown Hois Mfg. Co.

Fig. 189.

lässt, und dann nachzulassen. Dabei drängt der auf der Rückenfläche abgleitende Zapfen den Haken vollends zur Seite, und die Last kann frei gesenkt werden.

Zur Entleerung des Kübels dient die von der Laufkatze herabhängende Kette c. In dieser Kette verfängt sich, wenn die Last gesenkt wird, das vorstehende Ende der Riegelstütze, die ausgelöst wird und den Kübel kippen lässt. Da jedoch im vorliegenden Falle längere Zeit hindurch immer an der gleichen Stelle ausgestürzt wurde, so hat man eine andere, einfacher wirkende Vorrichtung angebracht, bestehend aus zwei langen Flacheisen d, die an dem Tragseil lose aufgehängt sind. Wenn die Laufkatze an der Entladestelle ankommt, so stösst ein an der Riegelstütze angebrachter Arm gegen die Flacheisen, dreht sich und löst auf diese Weise den Riegel aus.

Die Winde ist im Grundriss in Fig. 190 skizziert. Die Zwillingsdampfmaschine arbeitet mit einem Stirnrädervor-

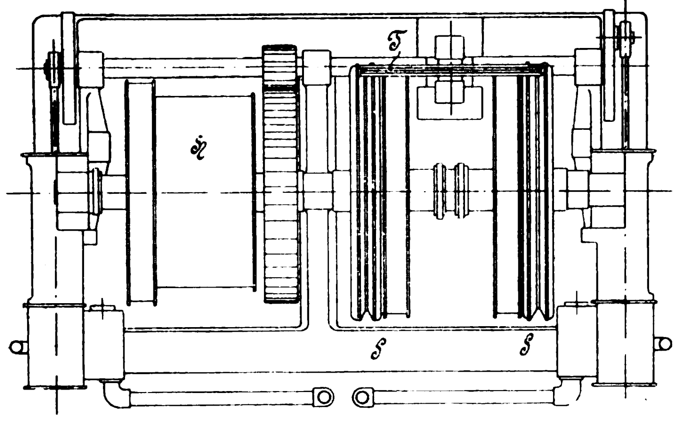


Fig. 190.
Winde zum Seilbahnkran von Brown.

gelege auf die Hauptwelle, auf der sich die Hubtrommel H und die beiden Fahrseilscheiben S lose drehen. Alle drei sind mit Reibkupplung und Bandbremse ausgerüstet. Durch die Rolle T wird das Fahrseil von der einen Antriebsscheibe auf die andere übergeleitet. Beide sind nach Fig. 191 mit Klemmbacken k versehen, die auf dem Umfang dicht nebeneinander sitzen. Wenn das Seil sich in die Rille legt, so werden die beiden einander gegenüberliegenden Backen, von denen hier nur die linke gezeichnet ist, niedergedrückt und klemmen das Seil zwischen sich. Nachher hebt es sich frei heraus, ohne sich, wie es bei Reibnutenscheiben geschieht, am Umfange zu reiben. Die Klemmstücke werden durch Federn in ihre Anfangslage zurückgeschnellt.

Die Anwendung von Scheiben an Stelle von Trommeln wird dann notwendig, wenn man es, wie im vorliegenden Falle, mit sehr grossen Fahrlängen zu tun hat.

Selbstgreifer.

Da die Selbstgreifer, Exkavatoren, Greifbagger, Drehschaufelbagger, bei der Verladung aller Massengüter, besonders aber der Kohle, eine ausserordentlich wichtige Rolle als Fördergefässe spielen, sollen sie entsprechend ausführliche Behandlung finden. Ihr Vorteil besteht vorwiegend darin, dass sie Arbeitskräfte sparen. Beschleunigung des Betriebes, also Vergrösserung der Förderleistung, darf nur dann erwartet werden, wenn der Inhalt des Greifers bedeutend grösser genommen wird, als der eines gewöhnlichen Kübels. Bei gleichem Gefässinhalt lässt sich dagegen, wenn nur genügend Schaufler angestellt werden, in beiden Fällen ungefähr die gleiche Leistung erzielen. Zu berücksichtigen ist noch bei der Wahl des Fördergefässes, dass Greifer ein sehr grosses totes Gewicht besitzen, dass bei jedem Hube unnütz gehoben wird.

Bei lebhaftem Betriebe fällt die Ersparnis an Arbeitskräften so ins Gewicht, dass man immer Greifer anwenden wird, wenn die Art des Fördergutes es zulässt. Je leichter, und namentlich je feinstückiger das Material ist, um so besser gräbt sich der Greifer ein. Am besten geeignet ist daher Nuss- und Gruskohle, auch Förderkohle mit etwa 60—70 v. H. Stücken wird noch gut gefasst. Grobe Erze, sowie stückige Kohle oder Koks sind dagegen schwer mit Greifer zu bearbeiten, da die Schaufeln nicht eindringen können.

Die Förderung stückhaltigen Erzes wird dadurch besonders erschwert, dass sich häufig grössere Stücke zwischen die Schneiden klemmen, sodass die Schaufeln sich nicht vollkommen schliessen und das feine Material zum Teil wieder fallen lassen. Kohlestücke werden in solchen Fällen durch die Schneiden zerdrückt.

Fast alle Greiferkonstruktionen benutzen den Zug der Krankette für die Drehung der Schaufeln. Um genügend kräftige Wirkung zu erreichen, muss man zwischen der Kette und dem Kniehebelmechanismus, der auf die Schaufeln wirkt, eine Uebersetzung einschalten, bestehend aus zwei Trommeln verschiedenen Durchmessers, Flaschenzügen oder Zahnrädervorgelegen. Je stärker die Uebersetzung, um so grösser ist die Schliesskraft, um so länger aber auch die zum Füllen erforderliche Zeit. Bei Wahl des Uebersetzungsmittels ist auch dessen Wirkungsgrad in Rücksicht zu ziehen.

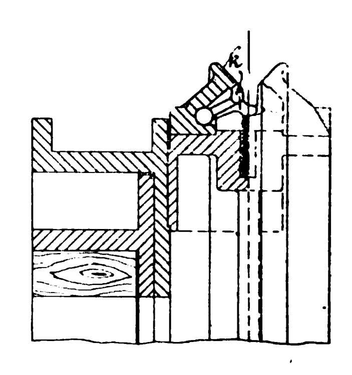


Fig. 191.
Seilscheibe zum Seilbahnkran von Brown.

Man kann zwei Arten von Selbstgreifern unterscheiden, nämlich solche, deren Schaufeldrehachsen ungefähr in der Mittellinie des Gerüstes liegen und die infolge ihres Eigen-

gewichtes sich zu schliessen bestrebt sind, und solche, deren Schaufeldrehpunkte aussen liegen und die sich daher unter der Wirkung ihres Gewichtes öffnen. Die erste Art ist die ältere, zu ihr gehören namentlich die bekannten *Priestman*schen Greifbagger. Derartige Greifer werden auch heute noch für Erdarbeiten allgemein angewandt, während für Verladezwecke die zweite Ausführungsweise in erster Linie in Betracht kommt.

Greifer mit 2 Ketten, von denen die eine zum Schliessen, die andere zum Oeffnen der Schaufeln dient, werden für Massengüterverladung durchweg den Einkettengreifern vorgezogen, deren Nachteile später noch Besprechung finden sollen. Die Einkettengreifer haben lediglich den Vorzug, dass die Winde nur eine Trommel erhält, während die Winden für Zweikettengreifer mit 2 Trommeln versehen sein müssen, die sich unabhängig von einander steuern lassen.

Drehpunkte sollen unveränderlich liegen bleiben. Das wird aber nur der Fall sein, so lange der Kettenzug nicht grösser ist als das Eigengewicht des Greifers, das durch den im Verlaufe der Schaufeldrehung stetig zunehmenden Kohleinhalt, sowie durch Reibungs- oder Kohäsionswiderstände im Fördergut unterstützt wird. Der Kettenzug wächst proportional dem Schneidwiderstand. Ueberwindet er die genannten Widerstände gegen Anheben, so reisst der Greifer ab und füllt sich nicht vollständig.

Um den Schneidwiderstand möglichst klein zu machen, versieht man die Schaufeln mit Stahlschneiden, die zweckmässig oben zugeschärft werden, wie in Fig. 192 angedeutet ist, da im andern Fall das unten liegende Material durch die Schneiden zusammenzudrücken wäre.

Soll der Greifer entleert werden, so ist die Lastkette nachzulassen und die an der Traverse befestigte Entleerungs-

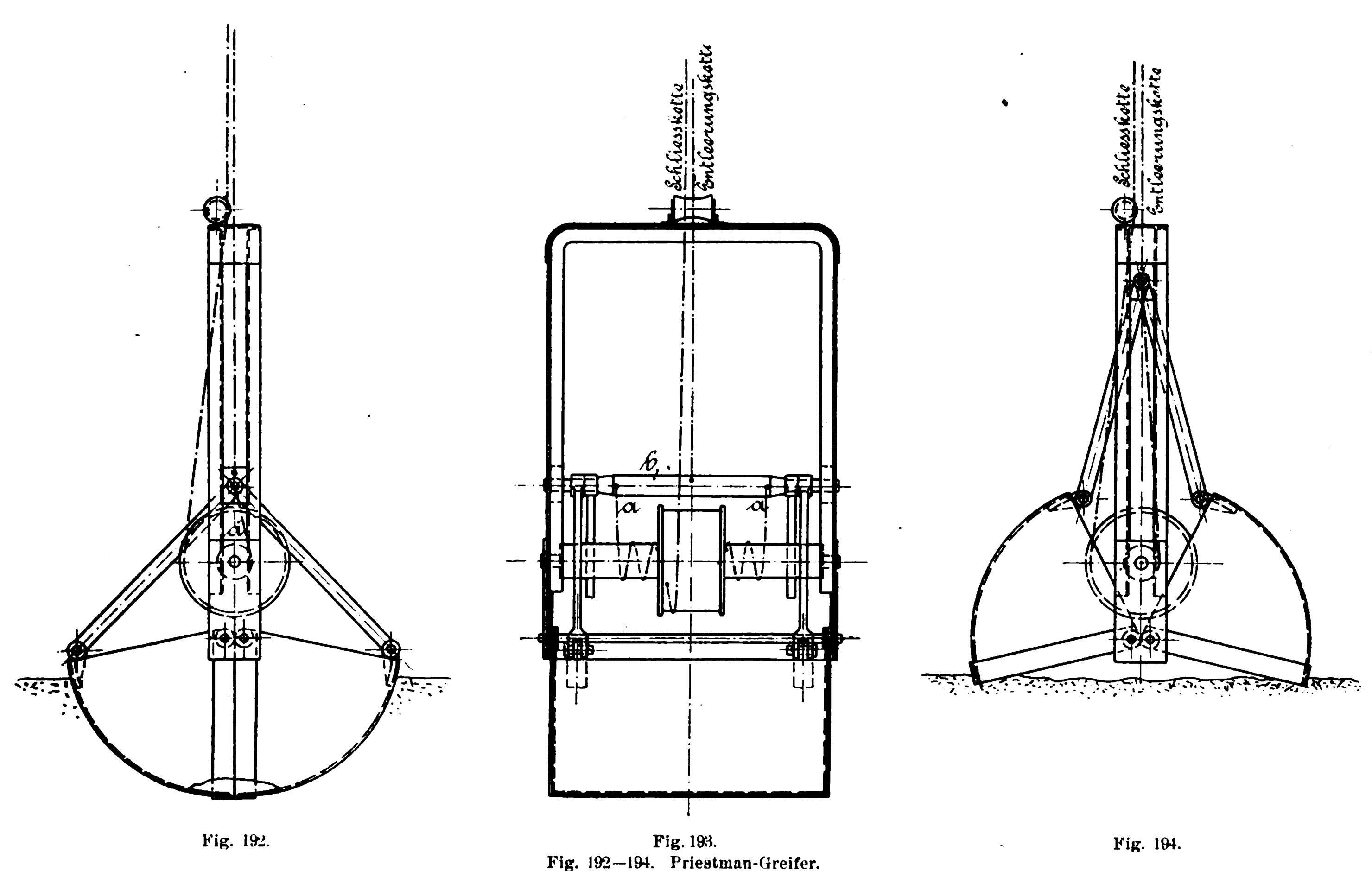


Fig. 192. Fig. 193. Fig. 194.

Fig. 192—194. Priestman-Greifer.

An Stelle von Ketten sind auch Seile verwendbar, aber ihrer geringen Haltbarkeit wegen als Schliessorgane selten in Gebrauch. Ist Verwendung von Seil geboten, so hat man dafür zu sorgen, dass die Anzahl der Ablenkungsrollen möglichst gering, ihr Durchmesser möglichst gross ist. und dass das Seil nur nach einer Richtung gebogen wird. Ausser rascher Abnutzung haben Seile den Nachteil, dass sie sich leicht verdrehen und bei grossen Hubhöhen verschlingen können. Für die Entleerung wird indessen oft Seil benutzt.

Fig. 192—194 geben einen Greifer nach der älteren, *Priestman*schen Bauart, wieder. In dem durch Bleche versteiften, hohen Winkeleisengerüst sind unten die Schaufeln aufgehängt und darüber ist eine Trommelwelle unverschiebbar gelagert. Die mittlere Trommel nimmt die Lastkette (Schliesskette) auf, während auf beiden Seiten die Ketten *a* sich aufwickeln, die einen im Verhältnis der Trommeldurchmesser grösseren Zug erhalten und an einen Querbalken *b* angreifen, dessen Enden sich zwischen den Winkeleisen des Gestelles führen. Wird die Lastkette angezogen, so wickeln sich die Ketten *a* auf und ziehen den Querbalken abwärts, der mittels zweier Kniehebel die Schaufeln schliesst. Die Schaufeln, die vorher auf der Oberfläche lagen oder mit ihren Schneiden eben eingedrungen waren, wie Fig. 194 andeutet, graben sich dabei in das Material ein. Das Gerüst und mit ihm die kette anzuziehen, bezw. mit der Bremse festzuhalten. Dann drückt das Greifergerüst durch sein Gewicht die Schaufeln auseinander bis zu der in Fig. 194 gezeichneten Stellung, wo die Traverse gegen einen Anschlag stösst. Dabei wickeln sich die Ketten *a* ab und die Lastketten auf.

Der einseitige Angriff der Ketten *a* hat zur Folge, dass die beiden Schaufeln sich nicht ganz gleichmässig eingraben. Die Lastkette wird durch eine Rolle möglichst in die Mittellinie geführt, damit der Greifer nicht schief hängt.

Die Vorgänge beim Eindringen der Schaufeln sind von *B. Salomon* ausführlich erörtert und durch Versuche mit einem Modell in trockenem Sande klargestellt[1]). *Salomon* fand, dass der Widerstand, wie zu erwarten war, mit zunehmender Tiefe wächst, und dass seine Grösse wesentlich abhängig ist von der Form der Schaufeln, bezw. der Lage der Drehachse zum Krümmungsmittelpunkt.

Am einfachsten kann man sich den Vorgang wohl auf folgende Weise klar machen. Man denke sich zunächst eine ebene, sehr dünne, glatte Schaufel in der Richtung ihrer Ebene in den Sand eingetrieben. Dann wird nur dadurch ein Schneidwiderstand entstehen, dass die Sandkörner, die gerade vor der Schneide liegen, zur Seite gedrängt werden

[1]) Z. d. V. d. I., 1886, Heft 46 u. 47.

müssen. Hat die Schaufel dagegen eine gewisse Stärke und ist zugeschärft (Fig. 195), so muss sie nach der Seite der Abschrägung hin Material verdrängen. Dabei presst sich entweder der Sand zusammen, oder es löst sich, bei geringerer Eindringtiefe, ein Sandkörper nach der Linie $a\ b$ los und wird auf der schiefen Ebene aufwärts verschoben. Nach der Theorie des Erddrucks schliesst die Linie $a\ b$ mit der Horizontalen den Winkel $\beta = 45^0 - \frac{\varrho}{2}$ ein, wenn ϱ der natürliche Böschungswinkel des Materials ist. Der hierdurch entstehende Widerstand wächst beträchtlich, wenn die Schaufelflächen rauh sind und, wie in Fig. 195 angedeutet, beim

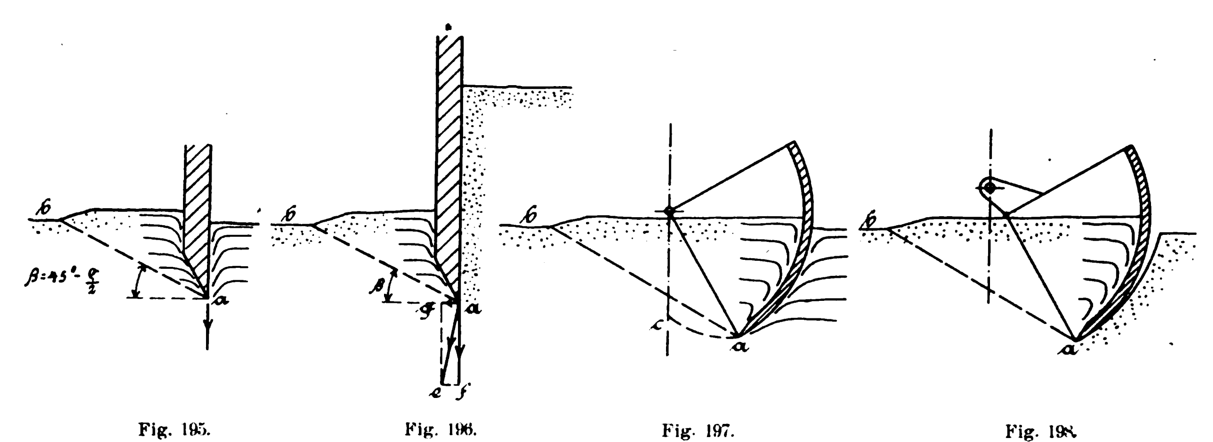


Fig. 195. Fig. 196. Fig. 197. Fig. 198.

Eindringen Sand mitnehmen, da sich hierdurch gewissermassen das Volumen der Schaufel vergrössert. Dann tritt die, das Eindringen hemmende Wirkung auch nach der anderen Seite hin ein. Hierzu kommen endlich noch die Reibungswiderstände der Schaufelflächen an dem Sande und der des mitgenommenen Materials in sich.

Bisher war angenommen, dass der Sand auf beiden Seiten der Schaufel gleich hoch lag, und dass diese genau in ihrer Ebene, nach Fig. 195 vertikal, geführt wurde. Nehmen wir jetzt nach Fig. 196 an, dass der Sand rechts bedeutend höher liegt als links, so werden die genannten Widerstände, wie leicht einzusehen, auf der rechten Seite verhältnismässig hoch ausfallen. Es kann dann zweckmässiger sein, die Schaufel, die ihre vertikale Lage beibehalten soll, etwas schräg, etwa in der Richtung $a\ e$, zu führen. Dann hört die Reibung und Mitnahme von Sand auf der rechten Seite auf, doch tritt an ihre Stelle eine vergrösserte Verschiebungsarbeit links, entsprechend der Bewegungskomponente $a\ g$. Wenn man diese nur eben so gross wählt, dass die rechte Schaufelfläche sich mit Sicherheit vom Sande löst, so kann der gesamte Bewegungswiderstand erheblich geringer ausfallen.

Diese Ueberlegungen sind ohne weiteres zu übertragen auf eine zylindrisch geformte Schaufel, deren Krümmungsmittellinie zunächst mit der Drehachse zusammenfallend gedacht werde (Fig. 197). Auf der Aussenseite wird dann ein ziemlich beträchtlicher Widerstand auftreten, da das darunter liegende Material nicht ausweichen kann, sondern zusammengedrückt werden muss. Wird der Drehpunkt über die Mittellinie gelegt (Fig. 198), so fällt die Reibung aussen fort, und vermehrte Verschiebung des Greiferinhaltes tritt an ihre Stelle.

Salomon fand bei seinen Versuchen, dass eine geringe Verlegung des Drehpunktes erhebliche Verkleinerung der Widerstände zur Folge hat. Bei Beurteilung jener Versuche ist übrigens zu berücksichtigen, dass die Drehachse festgelegt war und daher ziemlich grosse Pressungen zwischen Sand und Schaufelrücken auftreten konnten, während in der Praxis der gesamte Vertikaldruck höchstens gleich dem Gewichte des Greifers mit Inhalt sein kann, das noch dazu durch den Kettenzug zum grossen Teil aufgehoben wird. Das Mitziehen von Sand wird dann zur Folge haben, dass der Greifer sich etwas hebt, kann aber auf die Schliessarbeit nicht den grossen, von *Salomon* gefundenen Einfluss ausüben.

Wird die Drehachse weiter aus der Mitte gelegt, so wächst nach *Salomon* die Arbeit, die zum Ausheben einer bestimmten Materialmenge nötig ist, ganz beträchtlich, infolge der Quetschung des ausgegrabenen Fördergutes zwischen den beiden Schaufeln, wie nach Fig. 199 leicht zu verstehen ist. Zwar vergrössert sich auch die Füllung, sobald die Bahn der Spitze ausserhalb des Schaufelrückens liegt, aber die aufgewendete Schliessarbeit nimmt bedeutend stärker zu.

Statt einer Verlegung des Drehpunkts dürfte es für viele Fälle empfehlenswerter sein, die Schaufel vorn an der Schneidkante ein kurzes Stück geradlinig zu formen, wie in Fig. 200 angedeutet, weil dadurch die Schneide sich steiler stellt und mehr Neigung erhält, sich einzugraben.

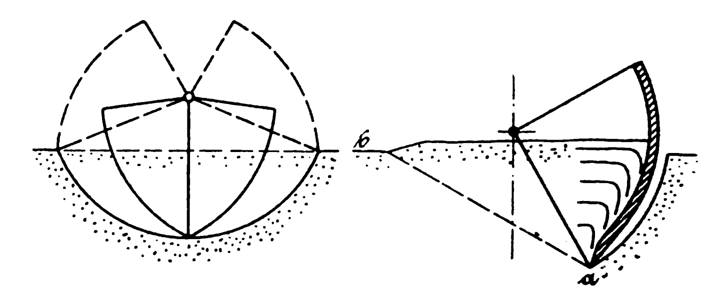


Fig. 199. Fig. 200.

Ist das Greifergewicht zu gering, so hebt sich bei tieferem Eindringen das Gestell, und die Schaufelspitze beschreibt statt eines Kreisbogens etwa eine Kurve $a\ c$, wie in Fig. 197 punktiert angedeutet. Der Greifer wird dann nicht ganz voll.

Ein sehr anschauliches Bild der Vorgänge geben die in der angeführten Arbeit abgebildeten Schnitte deformierter Sandkörper. Hier soll nicht näher auf die Verhältnisse eingegangen werden, weil die für Verladung gebräuchlichen Greifer wesentlich anders arbeiten, und die Vorgänge bei diesen Apparaten sind überhaupt nur deshalb so genau geschildert worden, weil sie sich verhältnismässig leicht übersehen lassen und als Grundlage für die Betrachtung der anderen Bauart dienen können, deren Wirkungsweise weniger einfach ist und nicht so sicher verfolgt werden kann.

(Fortsetzung folgt.)

Erklärung der Elektrolyse mittels des Kohäsionsdruckes, des Dopplerschen und des Weberschen Grundgesetzes.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Physiker.

(Schluss von S. 255 d. Bd.)

Untersuchen wir nun, um die vorliegende höchst wichtige Frage möglichst eingehend zu erledigen, wie *Dühring* die Kohäsionsgesetze und diejenigen des ihm entgegenwirkenden Wärmedruckes behandelt. Wir wollen zunächst gar nicht in Betracht ziehen, dass *Dühring* dabei von der nur als Näherungsformel brauchbaren Zustandsgleichung

$$(p + z)\ (v - x) = p_0\ (v_0 - x)\ T = b\,n\,T$$

ausgeht, also garnicht berücksichtigt, dass Spannung und Volumen der Stoffe in geometrischer Reihe mit der Temperatur sich ändern. Sein Gedankengang ist kurz folgender (siehe S. 91 und 92 „Neue Grundgesetze der rationellen Physik und Chemie“):

„Differenzieren wir unsere statische Grundgleichung

$$(p + z)\ (v - x) = b\,n\,T$$

zunächst nach t, unter Vernachlässigung der etwaigen kleinen Veränderung des Molekülvolumens x, so erhalten wir

$$(v - x)\ d\,p = b\,n\,d\,t + b\,T\,d\,n,$$

und hieraus

$$b\,n = (v - x)\frac{d\,p}{d\,t} - b\,T\frac{d\,n}{d\,t}$$

Setzt man den so erhaltenen Ausdruck für *bn* in die rechte Seite der Stammgleichung ein, so ergibt sich

$$(p + z)\,(v - x) = (v - x)\frac{T\,d\,p}{d\,t} - b\,T^2\,\frac{d\,n}{d\,t}$$

Dividieren wir nun auf beiden Seiten der Gleichung mit $v - x$, so findet sich

$$p + z = T\frac{d\,p}{d\,t} - \frac{b\,T^2}{v - x}\cdot\frac{d\,n}{d\,t}$$

Erwägt man nun, dass das auf der rechten Seite dieser letzteren Gleichung zu subtrahierende Glied in der Regel positiv ausfallen wird, da die Wärme meist auf Auflösung der zusammengesetzten Moleküle, also auf eine Vermehrung der Molekülzahl hinwirken, demzufolge n mit der Temperaturerhöhung zunehmen und folglich der Faktor $\frac{d\,n}{d\,t}$ des fraglichen Gliedes positiv sein wird, so gelangt man zunächst zu dem Schluss, dass $p + z$, also auch z, stets kleiner als $T\frac{d\,p}{d\,t}$ sein muss. Es lässt sich also ein Maximum für z angeben, sobald man $\frac{d\,p}{d\,t}$ kennt. Letztere Grösse ist aber sowohl für Flüssigkeiten als für feste Körper leicht berechenbar, sofern man deren kubische Ausdehnungs- und Kompressibilitätskoeffizienten kennt, wie wir sogleich sehen werden.

Die Ausdehnung eines Körpers durch Temperaturerhöhung bei konstantem Druck wird durch $v\,\alpha\,d\,t$, seine Kompression durch Druckvermehrung bei konstanter Temperatur durch $v\,\beta\,d\,p$ dargestellt, wobei α den Ausdehnungs-, β den Kompressibilitätskoeffizienten und v das Ausgangsvolumen bezeichnen. Die Volumenänderung $d\,v$, welche durch gleichzeitige Temperaturerhöhung $d\,t$ und Druckvergrösserung $d\,p$ hervorgebracht wird, ist also gleich $v\,(\alpha\,d\,t - \beta\,d\,p)$. Wird aber die Temperatur bei konstantem Volumen erhöht, so muss hierdurch der Druck in dem Masse gesteigert werden, dass sich die Ausdehnung, welche bei konstantem Druck eintreten würde und die Kompression, welche jene Drucksteigerung hervorbringen würde, einander aufheben. Aus der Gleichung

$$d\,v = v\,(\alpha\,d\,t - \beta\,d\,p) = 0$$

ergibt sich also für diesen Fall $\frac{d\,p}{d\,t} = \frac{\alpha}{\beta}$. Für Quecksilber ist z. B. bei 0^0 $\alpha = 0{,}000181163$, $\beta = 0{,}00000295$, also $\frac{d\,p}{d\,t} = 61{,}413$ Atmosphären f. d. Celsiusgrad. T ist gleich 274, also $\frac{T\,d\,p}{d\,t} = 274 \times 61{,}413 = 16827$. Demgemäss kann $p + z$ für Quecksilber nicht grösser als 16827 Atmosphären sein, und da p in diesem Falle gleich einer Atmosphäre vorausgesetzt wurde, so ergibt sich, dass der Kohäsionsdruck in Quecksilber von 0^0 16826 Atmosphären oder etwas weniger beträgt.“

Die vorstehende Deduktion *Dührings* krankt an der von ihm schon vorher dargelegten Grundanschauung über das Wesen der Kohäsion, welche er für gleichwertig mit der statischen Wärmekraft bei sich ändernder Wärmezu- oder abfuhr hält. Was der Wärmespannung entgegengesetzt sei, darüber bildete er sich folgende Vorstellung: „Bei den Gasen im Grenzzustande ist es fast nur äusserer Druck; bei Flüssigkeiten und festen Körpern hat aber die Wärmespannung in ihrem Ausdehnungsbestreben ein Zusammenhalten der Moleküle mit sich selbst aufzuwiegen. Dieser Zug nach innen, der immerhin Kohäsion heissen mag, bildet gleichsam die Last, welche vorzuschieben ist, wenn die Ausdehnungswirkungen der Wärme sich betätigen sollen, und er ist auch die Gegenpressung, welche sich steigert, wenn bei gleicherhaltenem Volumen die Erhöhung der Temperatur den statischen Druck entsprechend erhöht. Dagegen spielt der äussere Druck bei den Flüssigkeiten und festen Körpern gemeiniglich nur eine äusserst geringfügige Nebenrolle, von der man vorläufig für die Hauptsache ganz absehen kann, wie man im extremen Gaszustande vom inneren Zuge völlig absieht......

Auch ist das Natürlichste, die Zugkraft zwischen den Molekülen als etwas Selbständiges zu denken, was nur von dem Volumen abhängt, mit der Temperatur aber direkt nichts zu schaffen hat. Uns scheint es sogar ebenso unberechtigt, die Kohäsion unmittelbar als von der Temperatur bestimmt denken zu wollen, als wenn man es sich einfallen liesse, die Schwere als von der Temperatur abhängig zu fingieren.“ Nach den in der obigen Tabelle enthaltenen Versuchen ist aber die Kohäsion tatsächlich von der Temperatur abhängig; indessen auch nach der *Dühring*schen Auffassung, nach welcher die Kohäsion sich mit dem Zwischenvolumen ändert, muss die Kohäsion, da ja das Zwischenvolumen sich mit der Temperatur ändert, ebenfalls von der Temperatur abhängig sein. Wäre dies nicht der Fall, d. h. würde man die Kohäsion nicht als Wirkung der Wärmestrahlen ansehen, so würde dieselbe als eine von allen übrigen Naturkräften wesentlich verschiedene Urkraft gelten müssen und dadurch das sonst in der Naturwissenschaft all überall gültige Prinzip der Einheit der Naturkräfte umgestossen und in Frage gestellt werden. Dagegen ergibt sich aus der oben angeführten Formel *Dührings*

$$(p + z)\ (v - x) = p_0\ (v_0 - x)\ T,$$

dass die Kohäsionskraft z mit steigender Temperatur zunimmt, während dieselbe tatsächlich mit wachsender Temperatur kleiner wird. Es ist von ihm ganz übersehen worden, dass die Grösse der Kohäsion lediglich von der abgegebenen Wärmemenge abhängt, welche vom dünnsten Gaszustande bis zur tatsächlich beobachteten Verdichtungsstufe infolge der ausgestrahlten Wärme abgegeben worden ist, — dass somit die Kohäsion nur eine besondere Wirkungsform der Wärmestrahlung und durch letztere mechanisch sich vollkommen begreiflich machen lässt, ohne zu einer spezifischen Kohäsionskraft seine Zuflucht nehmen zu müssen. Dagegen stellt die von *Dühring* aus der Formel $\frac{T\,d\,p}{d\,t} = p + z$ berechnete Zahl 16827 für den Kohäsionsdruck nichts anderes dar, als die

Spannung, welche man, die Richtigkeit der benutzten Zustandsgleichung vorausgesetzt, durch Erwärmung des auf den absoluten Nullpunkt abgekühlten Quecksilbers bei dem Anfangsvolumen des Nullpunktes auf T^0 erhalten würde, also die summierte Gegenspannung des Wärmedruckes gegen den äusseren darauf von den Gefässwandungen ausgeübten Druck, nicht aber die Kohäsionsspannung dar.

Die vorstehenden Grundgesetze gelten jedoch, wie schon nebenbei erwähnt wurde, nur für statische Zustände, nicht aber für dynamische Vorgänge, wie solche bei der Elektrolyse in Frage kommen; für diese muss man vielmehr das dynamische Kraftbetätigungsgesetz, wie solches sich aus der Uebertragung des *Doppler*schen Prinzips auf die Arbeitsleistung der Aetherschwingungen der Wärme, des Lichtes und der Elektrizität und der Schwerkraft ableiten lässt. Denn bei der Elektrolyse werden nicht nur die Atome, sondern auch die Moleküle infolge der Absorption der elektrischen Schwingungen des Aethers in Bewegung gesetzt, wodurch das quadratische Wirkungsgesetz in das elektrodynamische *Weber*sche Grundgesetz übergehen muss.

Die Ableitung des *Weber*schen Gesetzes aus dem *Doppler*schen Prinzip, bezw. eine theoretische Begründung dieses Gesetzes, die nach *Platner* zu finden der Zukunft vorbehalten bleiben soll, ist von mir bereits im Jahre 1892 gerade im Anschluss an die Begründung der Elektrolyse durch die Vibrationstheorie gegeben worden. Ich lasse daher hier die betreffenden Entwicklungen nach der „Physik des Aethers" folgen.

Da die Elektrizität eine Wellenbewegung des Aethers ist, so muss dieselbe natürlich auch ohne Ausnahme nach den Gesetzen der Wellenbewegung sich räumlich den Wirkungsgelegenheiten entsprechend betätigen. Dieser Forderung muss die Elektrizität auch beim Durchgang durch schlechte, chemisch zusammengesetzte Leiter genügen. Demnach müssen die einzelnen Moleküle der zu elektrolysierenden binären Flüssigkeiten in erster Linie sich so aneinander lagern und ordnen, dass diejenige Seite des Moleküls, welche von dem besser leitenden Atom (Radikal) gebildet wird, sich nach der Seite hin richtet, von wo der Strom herkommt, während das schlechter leitende Atomradikal sich nach der anderen Seite wenden muss; denn dem Eintreten des Stromes setzt das besser leitende Atom einen geringeren Widerstand entgegen als das schlechter leitende, so dass nach den Gesetzen der Mechanik die elektrischen Schwingungen sämtliche Atome so ordnen, dass das besser leitende das elektronegative und das andere das elektropositive Radikal wird. Dass die Elektrizität tatsächlich eine solche Drehung auszuüben vermag, beweisen die Beobachtungen *Roots* über die Drehung der in zwei Richtungen verschieden leitenden Krystalle. Die hierüber angestellten Beobachtungen (*Wiedemanns* Lehre von der Elektrizität im § 74) haben nämlich zu folgender Regel geführt:

„Hiernach würde sich im allgemeinen die Ausbreitung der Elektrizität auf den Krystallen in der Richtung am stärksten ausbilden, welche sich bei längerer elektrischer Influenz achsial einstellt, in welcher die optische Elastizität am grössten ist und sich das Licht am langsamsten fortpflanzt."

Wenden wir dies, um das Verständnis zu erleichtern, auf einen bestimmten Fall an, und zwar wollen wir die Elektrolyse des Wassers dazu wählen, da diese Verbindung, welche aus den beiden für die theoretische Chemie wichtigsten Elementen H und O zusammengesetzt ist, gewissermassen eine typische Bedeutung hat. Nach dem soeben angeführten Gesetz von *Root* müssen die Sauerstoff- und Wasserstoffteilchen sich so ordnen, dass in sämtlichen Atomgruppen die beiden Wasserstoffatome dem ankommenden Strome abgewandt, jedes Sauerstoffatom aber demselben zugekehrt ist. In zweiter Linie müssen aber die elektrischen Wellen, wie oben bewiesen ist, proportional dem Leitungsvermögen von den Atomradikalen der einzelnen Wassermoleküle absorbiert werden. Die Folge dieser Absorption ist die Erwärmung, also die Verminderung der Kohäsion der Moleküle und damit schliesslich die chemische Trennung (Dissociation) der Atomradikale. Da die Trennung der Atome danach der absorbierten Wellenmenge proportional sein muss, so muss die Zahl der einzelnen, von einander sich loslösenden Atome lediglich von der Wärmemenge abhängen, welche die einzelnen Atome von den durchgehenden Wellen absorbieren. Nun ist aber diese Wärmemenge, wie in der Arbeit in Heft 2 bis 4 der „Elektrochemischen Zeitschrift" (Jahrg. 1902) einwandsfrei gezeigt worden ist, der brechenden Kraft der Materie direkt proportional. Sollen nun die elektrischen Kräfte oder Schwingungen die alleinige Ursache sein, welche die Trennung des Wassers in seine Radikale H_2 und O bewirkt, so muss, da bei der Elektrolyse des Wassers die beiden Radikale nach den Volumverhältnissen, in denen sie zur Verbindung zusammengetreten sind, auch wieder getrennt werden, die brechende Kraft des Sauerstoffes 0,000544 zu der des Wasserstoffes 0,000278 wie 2 : 1 verhalten. Tatsächlich verhält sich die brechende Kraft des O zu derjenigen des H wie 2 : 1. Der mechanisch-physikalische Grund dafür, dass ein Volumen Sauerstoff gerade mit zwei gleich grossen Volumina Wasserstoff verbindet, dass, um mich der chemischen Sprache zu bedienen, Sauerstoff gegen Wasserstoff zweiwertig ist, liegt also darin, dass die brechende Kraft des ersteren gerade doppelt so gross ist, als die des letzteren. Diese für rein statische Vorgänge geltenden Beziehungen sind von mir in „Licht-, Elektrizität und X-Strahlen" in dem Kapitel „Das Gesetz der Absorptionsäquivalente" ausführlich erläutert worden, sodass ich darauf hier nicht noch besonders einzugehen brauche, zumal da es sich bei der Elektrolyse nicht um einen statischen, sondern um einen dynamischen Vorgang handelt, bei welchem auch die Eigenschwingungen der körperlichen Moleküle gemäss dem *Doppler*schen Prinzip in Rechnung zu bringen sind.

In der Tat haben die modernen Theoretiker bei der Erklärung der Elektrolyse stets die Eigenbewegung der Ionen berücksichtigt und somit sich auf den Boden der alten *Laplace*schen Anschauung gestellt, dass die kleinsten Körperteilchen, die physikalischen Moleküle, ebenso wie die chemischen Atome in ähnlicher Weise, wie sich dies für die Moleküle und Atome des Weltsystems, für die Sonnen und Planeten, beobachten und nachweisen lässt, bestimmte Bahnen periodisch wiederkehrend durchlaufen oder in gesetzmässigen Schwingungen sich bewegen. Hieraus folgt aber ohne weiteres, dass, da die Moleküle und Atome sich nach dem quadratischen Wirkungsgesetze beeinflussen, sofern sie selbst wechselseitig in Ruhe sind, sich dieselben bei der Elektrolyse, durch welche infolge der zugeführten Wellenenergie der Schwingungszustand der Atome verändert wird, auch die Kraftwirkung gemäss der geänderten Bewegung sich ändern muss, zumal da ausser der Vibrationsbewegung der Ionen noch eine Eigenbewegung derselben von einer Elektrode zur anderen stattfindet. Das für eine derartige Aenderung der Kraftbetätigung allein in Frage kommende Gesetz ist das aus dem *Doppler*schen Prinzip abzuleitende dynamische Kraftbetätigungsgesetz der Materie, das *Weber* und *Gauss* durch zahlreiche Versuche unter dem Namen des elektrodynamischen Grundgesetzes erkannt und bekannt gegeben haben, ohne jedoch dessen Zusammenhang mit der Aethertheorie nur zu ahnen.

Da bei der Elektrolyse nicht nur die statische, sondern auch die dynamische Strahlung der Aetherwellen wirksam wird, so mag, um die Grundlagen einer mechanischen Theorie der Elektrolyse nach jeder Richtung hin sicher zu stellen, dies Problem noch eingehend erörtert werden. Die von einem Körper oder einem Molekül oder Atom ausgestrahlten Wellen, mögen dieselben nun Licht-, Wärme oder Elektrizitätswellen sein, breiten sich nach allen Richtungen des Raumes hin aus, d. h. also kugel- oder strahlenförmig. Hieraus folgt ohne weiteres, dass die Intensität der ausgesandten Wellenbewegung mit wachsender Entfernung von dem strahlenden Körper abnehmen muss, und zwar in derselben Weise, wie die mit dem Abstand als Radius beschriebenen Kugeloberflächen wachsen; denn die ursprüngliche Wellenmenge muss sich bei wachsender Entfernung vom Körper wegen der radialen Ausbreitung auf die betreffende Kugeloberfläche gleichmässig verteilen. Nun ist aber die Oberfläche einer Kugel vom Radius r gleich $4\, r^2 \pi$, die Kugeloberflächen sind also dem Quadrate des Radius direkt proportional. Da nun aber die Intensität der Strahlen der Grösse der Oberfläche, auf welche sie sich ausbreiten, umgekehrt proportional ist, so muss demnach die Intensität der Wellenbewegung dem Quadrate der Entfernung vom strahlenden Punkte umgekehrt proportional sein. In der Tat beweisen die angestellten Beobachtungen, dass nicht nur die Intensität der Licht- und Wärmestrahlen, sondern auch diejenige der elektrischen Schwingungen dem

Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ist. Bei dem Licht benutzt man zur Messung die Intensität das Photometer, bei der Wärme das Thermometer oder die Thermosäule und bei der Elektrizität das Elektroskop oder besser noch die *Coulomb*sche Drehwage. Gerade die Versuche *Coulombs* mit der Drehwage haben unzweifelhaft bewiesen, dass die Intensität der strahlenden Elektrizität ebenso wie diejenige der Licht- und Wärmewellen mit dem umgekehrten Quadrat der Entfernung abnimmt. Da die Intensität ausserdem noch der wirksamen Elektrizitätsmenge direkt proportional ist, so kann man das räumliche Wirkungsgesetz der statischen Elektrizität also formulieren: „Die Anziehung oder Abstossung elektrisch geladener Körper ist den wirksamen Elektrizitätsmengen direkt, dem Quadrate ihrer Entfernung umgekehrt proportional. Da die Elektrizität eine Kraft ist, so hätte man dieses Resultat auch ohne weiteres aus dem Grundgesetze folgern können, dass die funktionelle Beziehung einer Kraft zu ihrer räumlichen Betätigungsmöglichkeit stets dieselbe sein muss.

Das soeben aus der Wellentheorie für die statische Aetherstrahlung abgeleitete Kraftbetätigungsgesetz gilt jedoch nicht für die hier in Frage kommenden dynamischen oder die strömenden Aetherschwingungen. Für die letzteren gilt vielmehr ganz allgemein das *Weber*sche Grundgesetz, welches lautet:

$$W = \frac{e \cdot e'}{r^2} \left\{ 1 - a \left(\frac{d\,r}{d\,t} \right)^2 \right\}$$

darin sind e und e' die wirksamen elektrischen Massen im Abstande r, welche gegeneinander die Geschwindigkeit $+ \frac{d\,r}{d\,t}$ haben. Nun wird nach dem *Doppler*schen Prinzip, das als bekannt vorausgesetzt werden kann, die Zahl der Schwingungen, welche das Ohr oder Auge treffen, durch die Formel $u \left(1 + \frac{s}{c}\right)$ dargestellt, worin s die relative Geschwindigkeit der Ton- oder Lichtquelle, bezw. für die Elektrizität diejenige der Schwingungen in den Leitern oder Elektrolyten und c die Geschwindigkeit der betreffenden Schwingungen in der umgebenden Luft bedeutet.

Die Annahme *Webers*, dass in jedem elektrischen Strome gleichzeitig beide Elektrizitäten in gleicher Menge nach entgegengesetzten Richtungen fliessen, ergiebt sich als Folgerung aus dem Umstande, dass die elektrischen Schwingungen infolge der radialen Ausbreitung und der totalen Reflexion an der Innenseite der Leiterfläche nach der positiven und negativen Stromrichtung hin den Draht durchlaufen und daher, soweit sie nicht infolge der Totalreflexion im Leiter verbleiben müssen, nach beiden Richtungen hin ausstrahlen. Ist nun die Geschwindigkeit der elektrischen Strahlen im ersten Leiter n und im zweiten n', so sind die relativen Geschwindigkeiten, mit welchen die elektrischen Schwingungen einander entfliehen oder aufeinander zueilen:

1. von $+e$ und $+e'$: $n - n'$
2. „ $-e$ „ $-e'$: $-(n - n')$
3. „ $+e$ „ $-e'$: $n + n'$
4. „ $-e$ „ $+e'$: $-(n + n')$

Während einer Sekunde wird also, wenn im ersten Leiter u, im zweiten u Schwingungen in der Sekunde stattfinden, nach dem *Doppler*schen Prinzip eine in der positiven Stromrichtung sich fortpflanzende Welle des zweiten Leiters sich mit

$$u \left\{ 1 + \frac{n - n'}{c} \right\}$$

Wellen des ersten und umgekehrt gleichzeitig eine in der positiven Richtung sich fortpflanzende Welle des ersten Leiters sich mit

$$u_1 \left\{ 1 + \frac{n - n'}{c} \right\}$$

Wellen des zweiten zusammensetzen, sodass bei der relativen Geschwindigkeit $+ (u - u')$ infolge der Wechselseitigkeit der Strahlung die Gesamtzahl der von den Stromelementen $d\,s$ und $d\,s$ einander zugesandten Wellen dem Produkt

$$u\,u_1 \left(1 + \frac{n - n'}{c}\right)^2$$

und dem der strahlenden Flächen $d\,s$ und $d\,s'$ proportional, also gleich

$$d\,s\ d\,s' \,.\, u\,u_1 \left(1 + \frac{n - n'}{c}\right)^2$$

Ganz entsprechend erhält man für die Gesamtzahl der Schwingungen bei der relativen Geschwindigkeit

$$-(u - u')\colon\ d\,s\ d\,s' \,.\, u\,u_1 \left(1 - \frac{n - n'}{c}\right)^2$$

$$u + u'\colon\ d\,s\ d\,s' \,.\, u\,u_1 \left(1 + \frac{n - n'}{c}\right)^2$$

$$-(u + u')\colon\ d\,s\ d\,s' \,.\, u\,u_1 \left(1 - \frac{n + n'}{c}\right)^2$$

Nach den Versuchen von *Crookes*, *Neesen*, *Pringsheim* und anderen ist aber die anziehende oder abstossende Wirkung der Aetherschwingungen der Zahl der ausgesandten Schwingungen direkt und wegen der Intensitätabnahme dem Quadrate der Entfernung der ausstrahlenden Körper umgekehrt proportional und folglich erhält man für die mechanische Wirkung der Wellen in den angeführten vier Sonderfällen

$$1.\ \ -\frac{d\,s\ d\,s'}{r^2} \,.\, u\,u_1 \left(1 + \frac{n + n'}{c}\right)^2$$

$$2.\ \ \frac{d\,s\ d\,s'}{r^2} \,.\, u\,u_1 \left(1 - \frac{n - n'}{c}\right)^2$$

$$3.\ \ -\frac{d\,s\ ds'}{r^2} \,.\, u\,u_1 \left(1 + \frac{n + n'}{c}\right)^2$$

$$4.\ \ +\frac{d\,s\ ds'}{r^2} \,.\, u\,u_1 \left(1 - \frac{n + n'}{c}\right)^2$$

Die algebraische Summe aller dieser vier Wechselwirkungen ist dann die Wirkung der beiden Stromelemente aufeinander; diese Summe ist, wie man sich leicht durch Ausquadrierung und Addierung der gleichnamigen Glieder überzeugen kann, gleich

$$\frac{u\,u_1 \,.\, d\,s\ d\,s'}{r^2} \,.\, -\left(\frac{8\,n\,n'}{c^2}\right)$$

Dieser Ausdruck ist, da sich nach *Ampères* Entwicklung das *Weber*sche Gesetz auf die Form

$$8\,a\,\frac{e\,e'\ d\,s\ ds'}{r^2}\,u\,u'$$

bringen lässt, mit letzterer Formel, abgesehen vom Vorzeichen, identisch, wenn man $8\,a = \frac{8}{c^2}$ also $a = \frac{1}{c^2}$ setzt.

Das vorstehende Gesetz giebt, da in demselben auch die relative Geschwindigkeit der Ionen Berücksichtigung findet, die Möglichkeit, die Elektrolyse rein mechanisch auf Grund der *Sellmeier*schen Emissions- und Absorptionstheorie zu begründen, ohne zu besonderen, mit allen möglichen Eigenschaften begabten Elektronen seine Zuflucht nehmen zu müssen. Durchführung und Prüfung der Theorie an der Hand von Versuchen und Beobachtungen wird einer besonderen Arbeit vorbehalten.

Bücherschau.

Wert und Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase. Von Ingenieur *A. Dosch.* Mit zahlreichen Abbildungen im Texte und einer Figurentafel. Berlin 1903. Richard Dietze. Preis 3 M.

Das Buch will eine Erörterung über diejenigen Verhältnisse bieten, nach welchen die Beurteilung einer Feuerungsanlage in erster Linie zu erfolgen hat. Zunächst ist nachgewiesen, dass die Untersuchung des Kohlensäuregehaltes der Heizgase ermöglicht, die Feuerungen auf die Vollkommenheit der Verbrennung hin zu prüfen. Zwei grössere Tabellen geben Auskunft über die Gewichts- und Volumenverhältnisse der Kohlensäure zu den übrigen Bestandteilen und zu der gesamten Rauchgasmenge für verschieden zusammengesetzte Brennstoffe und verschiedenen Luftüberschuss. Diese Tabellen sind gleichzeitig geeignet, auch bei der Berechnung von Heizzugquerschnitten, Schornsteinabmessungen u. s. w. gute Dienste zu leisten, sowie das Rauchgasgewicht und Rauchgasvolumen für eine gewisse Kohlensorte schnell zu ermitteln, da in den Tabellen sieben verschiedene Kohlensorten berücksichtigt sind.

In einem weiteren Abschnitte ist ausgeführt, wie sich aus dem Kohlensäuregehalte der Wärmeverlust durch die abziehenden Gase ermittelt und an Hand einer grösseren Tabelle, in welcher für fünf verschiedene Brennstoffarten die Wärmeverluste bei verschiedenem Luftüberschuss berechnet sind, ist nachgewiesen, dass der Wärmeverlust von der Zusammensetzung des Brennstoffes in untergeordnetem Masse, und insbesondere nur von dem Kohlensäuregehalte und der Abgastemperatur abhängig ist. Aus diesem Grunde lässt sich der Wärmeverlust durch die Abgase auch graphisch, in Abhängigkeit von diesen beiden Grössen in v. H. des Heizwertes darstellen. In zwei Figuren ist dies geschehen und es lässt sich mit einem Blick auf dieselben der Wärmeverlust durch die Abgase mit für die Praxis meist genügender Genauigkeit sofort ablesen, wenn der Kohlensäuregehalt und die Temperatur der Abgase bekannt sind. Doch nicht immer genügt die Kenntnis des Kohlensäuregehaltes allein, den Wärmeverlust zu bestimmen. Es ist dies, wie in einem weiteren Abschnitte nachgewiesen, der Fall, wenn die Verbrennung unvollkommen wird. Die Verluste, welche hierbei entstehen können, sind getrennt in Verlust durch Unverbranntes in der Asche, Verlust durch brennbare Gase und Verlust durch Russ. An mehreren Beispielen, welche nach den abgeleiteten Formeln berechnet sind, ist gezeigt, welche Grösse diese Verluste annehmen können, insbesondere dann, wenn sämtliche Verluste zusammentreffen.

Nach diesen theoretischen Erörterungen sind in einem sechsten Abschnitte an Hand zahlreicher Abbildungen die Apparate behandelt, mit denen der Kohlensäuregehalt der Heizgase bestimmt werden kann. Eingeteilt wurden die Apparate darnach, ob sie den Kohlensäuregehalt dem Gewichte nach oder aber volumetrisch bestimmen. Man findet hier neben den bekannteren Handabsorptionsapparaten auch solche für kontinuierliche Anzeige, welche zur Kontrolle des Heizers geeignet sind. Aus diesem Grunde dürfte das Buch auch für Betriebsleiter grösserer Werke von Interesse sein, die durch Anbringung solcher Apparate die Oekonomie ihrer Kesselanlage heben wollen. Alles in allem genommen ist das Buch sehr wohl geeignet, über die Vorgänge bei der Verbrennung zu unterrichten und über die durch die Abgase herbeigeführten Verluste Aufschluss zu geben; insbesondere durch die beigefügten Tabellen erhält die Schrift dauernden Wert.

Auch die Ausstattung des Buches seitens des Verlages ist als eine äusserst geschmackvolle und gediegene zu bezeichnen.

Die neuesten Errungenschaften auf dem Gebiete der Elektrizität. Von Dr. *H. G. Graf.* Heusers Verlag 1902.

Unter diesem Titel dürfte man erwarten, dass ein Verfasser allgemein bekannte Einrichtungen voraussetzt, unter Errungenschaften gewichtigere Neuerungen eines Gebietes und unter dem Vorwort „neuesten" auch die neuesten wichtigeren Neuerungen erläutern will. Derjenige, welcher in diesem Glauben das Buch öffnet, sieht sich enttäuscht.

Z. B. die *Leclanche*-Elemente, Stöpsel-Blitzableiter und viele viele andere der beschriebenen Gegenstände gehören nicht zu den neuesten, teils überhaupt nicht zu den Errungenschaften. Wenn das *Leclanche*-Element mit Tonzylinder, dabei noch allein genannt und als gewöhnlich angewandtes im Telephonbetrieb bezeichnet wird, so ist dies alles zum wenigsten nicht mehr zutreffend. Die Gegenüberstellung der beiden Hauptkonstruktionsarten der Telephone als solche mit Hufeisenmagneten und mit Stahlmagneten ist auch nicht als korrekt zu bezeichnen, denn im Gegensatz zu Hufeisenmagneten gehört sich die Bezeichnung Stabmagnet und nicht Stahlmagnet. Ueberhaupt sollte man auch dem Laien gegenüber richtige technologische Ausdrücke benutzen, die diesen hieran gewöhnen und das technisch geschulte Ohr nicht verletzen. So müsste z. B. die Bezeichnung Metalldraht, welche in der Schrift benutzt wird, auch Drähte voraussetzen, welche nicht aus Metall sind; und wenn in der weiteren Fortsetzung dieser sogenannte Metalldraht zwecks Ausbildung des Telephones um einen Magneten gewickelt wird, so müsste bei der sonst so zerkleinerten Beschreibung auch der Isolation der Drähte gedacht werden. Auch diese Auseinandersetzungen sind Grundbegriffe, welche jedem einigermassen gebildeten Laien geläufig sind und die, von den vorgenannten technischen Einwendungen abgesehen, nicht zu den neuesten Errungenschaften gehören. *H.*

Zuschriften an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

Sehr geehrte Redaktion!

Die in den Heften 12 und 14 veröffentlichte Studie über Reaktionstürme des Herrn Dr. *Gustav Rauter* ist eine sehr dankenswerte und unparteiische Darstellung der bei solchen Türmen verwendeten Füllkörper. Nur gegen eine Unterlassung möchte ich mir eine Bemerkung gestatten.

Auf Seite 183 gibt *Rauter* als Zweck der trichterförmigen Ränder in den Durchbohrungen der Hohlkugeln den an, dass die Flüssigkeit bequemer in das Kugelinnere eintreten könne. Das ist nun nicht deren Aufgabe, sondern die Bildung eines Flüssigkeitsvorrates, welcher den aufsteigenden Gasen sich darbietet und die Diffusion befördert. Hohlkugeln sind auch nicht als Schlammfänger gedacht; es ist unrationell, schlammige Flüssigkeiten oder staubige Gase durch solche Türme gehen zu lassen, beide können, wenn nötig, vorher filtriert werden.

Es ist schade, dass *Rauter* seine Studie nicht auf die anderen Füllungen von Türmen, z. B. Platten, ausgedehnt hat; es wäre dies sehr lehrreich gewesen.

London, 7. April 1903.

Hochachtungsvoll
Oscar Guttmann.

Zu vorstehenden Aeusserungen von Herrn *Oscar Guttmann* erlaubt sich der Verfasser des Aufsatzes zu bemerken, dass er allerdings nicht der Ansicht ist, dass die *Guttmann*schen Hohlkugeln als Schlammfänger dienen *sollen*, sondern dass sie als solche dienen *können*. *Guttmann* selber gibt ja auch richtig an, dass es empfehlenswert ist — und demnach auch nötig sein wird — staubhaltige Gase vor Eintritt in mit Hohlkugeln gefüllte Türme zu filtrieren.

Was den weiteren Wunsch nach einer Ausdehnung der bisher veröffentlichten Studien auch auf andere Systeme zur Füllung von Reaktionstürmen anbetrifft, so ist eine solche allerdings in Aussicht genommen, wie auch auf Seite 180 des Aufsatzes angedeutet. Das Erscheinen dieser Fortsetzung wird aber verschiedener Umstände halber kaum vor Ende dieses Jahres erfolgen können.

Charlottenburg, den 15. April 1903.

Dr. Gustav Rauter.

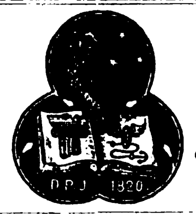
Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 19. **Berlin, 9. Mai 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Neuerungen an den verschiedenen Systemen der drahtlosen Telegraphie.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**, Wien.

(Fortsetzung von S. 278 d. Bd.)

Fortschritte auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie des Prof. Dr. F. Braun in Strassburg.

Die Grundlagen, auf welchen dieses System der drahtlosen Telegraphie aufgebaut wurde, haben sich seit ihrer, in diesem Blatte erfolgten Beschreibung nicht geändert (s. D. p. J. 1901, Bd. 316 Heft 50 u. 51). Es wurde sonach nur auf diesen Grundlagen, nachdem die ersten Versuche schon so vieles versprechende, günstige Ergebnisse lieferten, weitergebaut. Durch die Bildung einer kapitalkräftigen Gesellschaft der *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Prof. Braun und Siemens & Halske, G. m. b. H.*, waren auch die Mittel gegeben, eingehendere praktische Versuche durchzuführen und die verwendeten Apparate in einer, den hierbei gewonnenen Erfahrungen entsprechenden Weise auszubilden.

Der Grundgedanke der Anordnung von Prof. *Braun* besteht im Gegensatze zur früheren Anordnung von *Marconi* darin, dass der offenen Strombahn des Senders aus einem schwach gedämpften Leydener Flaschenkreise, welcher grosse Energiemengen aufzunehmen vermag, stets neue Energie nachgeliefert wird. Die offene Strombahn dient hierbei zum Aussenden, wogegen der Flaschenkreis das Energiereservoir darstellt.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Die beiden Anordnungen von *Marconi* und Prof. *Braun* sind in den Fig. 12 und 13 einander gegenüber gestellt und bezeichnet in Fig. 12, d. i. bei der Anordnung von *Marconi*, *B* die Erregerbatterie, *J* den Induktor, *a*, *b* die Funkenstrecke, *S* die Sendestange und *E* die Erdverbindung, und in Fig. 13, der Anordnung von *Braun* mit induktiver Uebertragung. *J* den Induktor, *a*, *b* die Funkenstrecke, K^1 und K^2 zwei Batterien von Leydener Flaschen, S_1 die primäre und S_2 die sekundäre Uebertragungsspule und *S* die Sendestange.

Wie sich sofort ergibt, verwendet *Marconi*, so wie es *Hertz* getan, eine offene Strombahn als Sender. Da nun der Sender die Schwingungen sehr rasch ausstrahlt, denselben aber nicht viel Energie zugeführt werden kann, so sind dessen erregende Schwingungen sehr stark gedämpft. Hierdurch gelang es *Marconi* anfänglich nur sehr kurze Entfernungen zu erreichen und konnte deren Erweiterung nur mit Aufwand einer bedeutenden elektrischen Energiemenge erzielt werden. An eine Abstimmung zwischen Sender und Empfänger konnte bei dieser Anordnung nicht gedacht werden. Es war dies wohl der hauptsächliche Grund, weshalb *Marconi* späterhin, wie von ihm auch anerkannt ist, die Anordnung von *Braun* annahm und mit deren Weiterbildung die Aufsehen erregenden grossen Erfolge nicht nur durch die Vergrösserung der Entfernung, sondern auch die Möglichkeit der gegenseitigen Abstimmung erzielte. Vergleicht man die Anordnung von *Marconi* für den Sender in Fig. 39 (s. D. p. J. 1902, Bd. 316 Heft 32) mit Fig. 13, so zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen dieser und der *Braun*schen Anordnung nur sehr geringe sind.

Eine zweite von *Braun* angegebene Anordnung, wie solche in Fig. 14 ersichtlich ist und bei welcher der gleiche Grundgedanke der schwach gedämpften Erregung, wenn auch in anderer Weise, zum Ausdruck gelangt, gleicht sehr der in Fig. 4 dargestellten Anordnung von *Slaby*, welche sich eigentlich nur durch die doppelte Erdung, die vielfach als zwecklos erklärt wird, von dieser unterscheidet. So viel Interesse es hier auch bieten würde auf die Aehnlichkeiten und Unterschiede der verschiedenen Systeme der drahtlosen Telegraphie des Näheren einzugehen, muss dies dennoch, als der Aufgabe dieser Arbeit, nur die Neuerungen zu besprechen, nicht angepasst, unterlassen werden.

Als einen grossen Vorteil des Systems *Braun* wird der Wegfall jeder Erdleitung bezeichnet, wodurch eine der schwierigsten Aufgaben bei Errichtung derartiger Stationen, nämlich die einer guten Erdung entfällt. Es ist dies umsomehr in Betracht zu ziehen, als der Begriff einer guten Erdung sehr dehnbar und die Grenze, wann eine Erdung gut oder schlecht ist, niemals genau feststellbar ist. Als zweiter, noch mehr ins Gewicht fallender Vorteil der drahtlosen Telegraphie nach *Braun* ist die Möglichkeit einer nahezu absolut genauen Abstimmung zwischen Sender und Empfänger zu bezeichnen, so dass die Aufnahme fremder Zeichen von einer abgestimmten Empfangsstelle nahezu ausgeschlossen sind. Allerdings gilt dies nur unter dem bereits einleitend erwähnten Vorbehalt, dass die von der fremden Stelle entsendeten Wellenimpulse nicht zu kräftig sind, und stossweise

auf den Fritter einwirkend, denselben zur Anregung bringen.

Durch den Wegfall der Erdung wird dieses System von atmosphärischen Störungen, wie dies die Erfahrung lehrt, fast gar nicht beeinflusst, indem gerade die Erdung die Störungen verursacht.

Auch die Empfangseinrichtung nach *Braun* beruht (Fig. 15) auf dem Prinzip der induktiven Uebertragung, indem die von

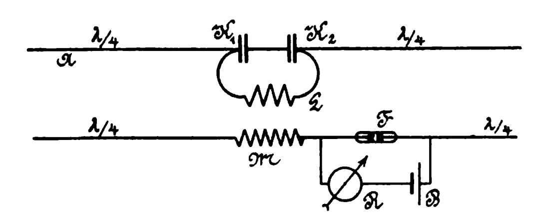


Fig. 15.

dem Empfangsdrahte einlangenden Wellen durch die Primärwicklung *L* auf die Sekundärwicklung *M*, in welche der Fritter *F* eingeschaltet ist, übertragen werden. In dem Schwingungskreis für die ankommenden Wellen sind gleichfalls symetrisch angeordnete Flaschenbatterien vorgesehen und sorgt ein weiterer Ansatz $\lambda/4$ für die richtige Resonanz, so dass in *L* kräftige Schwingungen erzeugt werden. Diese Schwingungen werden auf *M* übertragen und durch die beiden Ansätze $\lambda/4$ an *M* wird wieder regelmässige Reflektion und damit grosse Intensität erzeugt.

Die Ansätze $\lambda/4$ können hier vorteilhaft durch Platten von grosser Oberfläche ersetzt werden. Es hat sich bei den Versuchen herausgestellt, dass es sowohl für die Sende- als auch Auffangstange von Vorteil ist, die Höhe derselben gleich $l/4$ der für die Uebermittelung gewählten Wellenlänge λ zu machen. Nach neueren Versuchen, deren endgiltige Ergebnisse noch nicht der Oeffentlichkeit vorliegen, konnte die Höhe des Empfängers durch eine andere Empfängeranordnung von 30 m auf 5 m bei sonst gleicher Wirkung erniedrigt werden. Dieser Empfänger nahm gleichzeitig innerhalb eines gewissen Spielraumes nur Wellen auf, die aus einer bestimmten Richtung kamen.

Fig. 16.
Funkeninduktor.

Ueber das Ergebnis weiterer Untersuchungen, welches nach glaubwürdiger Mitteilung sowohl in bezug auf Fernwirkung als auch in bezug auf schärfere Abstimmung einen ausserordentlichen Fortschritt bedeuten wird, soll, sobald deren Veröffentlichung tunlich erscheint, in diesem Blatte berichtet werden.

Zu den schematischen Anordnungen des Empfängers (Fig. 13) und Senders (Fig. 15) zurückkehrend, ergibt sich sofort, dass hier vier Stromkreise gegenseitig abgestimmt werden müssen, und zwar der Erregerstromkreis mit dem Senderstromkreis, dieser wieder mit dem Empfangsstromkreis, welcher neuerdings mit dem Fritterstromkreis in Uebereinstimmung zu bringen ist. Diese gegenseitige Abstimmung ist nun, da sich die erzeugte Wellenlänge aus der Formel $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$ berechnet, worin *C* die Kapazität und *L* die Selbstinduktion des Schwingungskreises bedeutet, durch geeignete Wahl derselben leicht zu bestimmen. Da beim Sender ebenso wie beim Empfänger durch die beiden Ansätze, von welchen der eine als Luftdraht benutzt wird, eine regelmässige Reflektion der in ihr erzeugten Wellen bewirkt wird, kann bei genügend geringer Dämpfung des Primärkreises in dem Sekundärstromkreise der Wellen Resonanz entstehen, welche wieder die Intensität ausserordentlich steigert. Auch für den Sender wird der zweite Draht am besten durch eine isolierte Platte von grosser Oberfläche ersetzt.

Zur Feststellung der richtigen Abstimmung der einzelnen Stromkreise bedient man sich am besten eines *Riess*schen Thermometers, welches durch die Grösse des Ausschlages ein sicheres Urteil über die erreichte Grenze der guten Abstimmung zulässt.

Besonderes Augenmerk wurde der Ausbildung der einzelnen Apparate gewidmet und dürfte eine kurze Beschreibung derselben einen weiteren Einblick in die Ausgestaltung dieses Systems gestatten.

A. Die Sendeeinrichtung. Sie besteht im wesentlichen aus dem Induktor mit seinen Nebenapparaten und dem Schwingungskreis zum Anregen des Senderdrahtes.

1. Der Funkeninduktor. Derselbe ist im Gegensatze zu den bisher gebräuchlichen Konstruktionen nicht zur Erzielung hoher Spannungen gewickelt, sondern vielmehr so gebaut, dass bei günstigster Ausmessung eines geraden Eisenkernes, die Wicklung der sekundären Spule nur eine geringe Rückwirkung auf den magnetischen Kreislauf ausübt und ausserdem die primäre Strömung möglichst wenig störend auftritt.

Die freie Spannung an den Enden der sekundären Spule wird hierdurch zwar etwas geringer, als bei anderen Induktoren gleicher Grösse, aber der Induktor wird durch diese Anordnung, indem auf eine möglichst kleine Zeitkonstante des Ladungskreises hingearbeitet wurde, besonders zur Ladung grosser Kapazitäten geeignet. Dieser in Fig. 16 in äusserer Ansicht dargestellte Induktor besitzt einen sehr langen primären Erreger, dagegen eine verhältnismässig kurze sekundäre Wicklung, mit geringem inneren Widerstande. Sein Spannungsabfall wird daher selbst bei Leistung sehr grosser sekundärer Ladeströme geringer als bei den älteren Typen. Durch entsprechende Abmessung der Wicklung halten sich die Verluste durch den *Ohm*schen Widerstand in mässigen unschädlichen Grenzen. Der Querschnitt der Sekundärwicklung ist ein derartiger, dass ihre Erhitzung durch die Stromwärme ausgeschlossen wird. Die Isolation ist eine so vollkommene, dass der Induktor selbst an feuchten Orten stets gut arbeitet. Dadurch, dass der Primärkern auswechselbar ist, lässt sich der Induktor auf eine beliebige Leistung und einen beliebigen Unterbrecher einstellen.

2. Der Unterbrecher. Als solcher wird ein wesentlich vereinfachter *Wehnelt*- oder *Simon*unterbrecher verwendet, bei welchem nach der ersten Einstellung eine Aenderung der Betriebsstromstärke nicht mehr notwendig ist. Explosionen sind bei diesen Apparaten vollkommen beseitigt, indem in den Deckel ein Diaphragma eingehängt wird, welches verhindert, dass die obere Elektrode, welche den Innendeckel des Diaphragmas bildet, mit den Säuredämpfen in Berührung treten kann, sondern stets durch eine vollkommen trockene Porzellanschicht von dem zweiten Pole getrennt ist. Es ist sonach eine Mischung und Entzündung der gebildeten Gase ausgeschlossen.

In jenen Fällen, in welchen nur geringe primäre Energie zu Gebote steht, bei welchen also ein elektrolytischer Unterbrecher unnötig wird, gelangt der Quecksilberstrahlunter-

brecher zur Verwendung. Dieser Unterbrecher ist, wenn er auch mit den elektrolytischen Unterbrechern nicht ver-

Elektrolytischer Unterbrecher.
Fig. 17.



Diaphragma

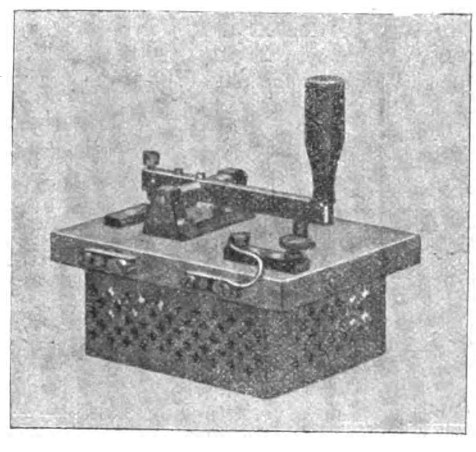
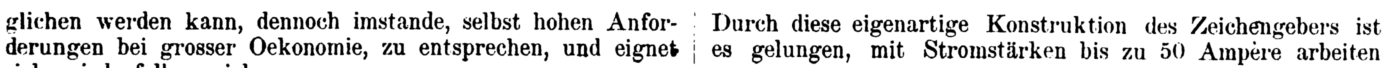


Fig. 18.
Zeichengeber.



glichen werden kann, dennoch imstande, selbst hohen Anforderungen bei grosser Oekonomie, zu entsprechen, und eignet sich jedenfalls viel besser als der Hammerunterbrecher mit Platinkontakten, welcher für einen Dauerbetrieb nicht die genügende Sicherheit bietet. Fig. 17 zeigt einen elektrolytischen Unterbrecher in Aussenansicht und ein herausgenommenes Diaphragma.

Der Morsetaster.
Um mit möglichst hohen Energiemengen arbeiten zu können, wie solche bei Anwendung des elektrolytischen Unterbrechers erzeugt werden, musste der in den Primärkreis eingeschaltete Zeichengeber eigenartig konstruiert werden. Zu diesem Zwecke ist seine eigentliche Stromschlusstelle von der Unterbrechungsstelle in der Weise getrennt, dass sich vorerst die Unterbrechungsstelle und dann erst der Hauptkontakt schliesst, während sich beim Unterbrechen vorerst der Hauptkontakt öffnet und für den Strom nur noch durch den Funkenzieher ein Durchgang so lange vorhanden bleibt, bis sich in der zweiten Bewegungsphase der Strom vollständig unterbricht. Der Hauptkontakt bleibt infolgedessen stets funkenlos und daher auch rein. Der Funkenzieher ist ähnlich wie die bekannten Starkstromausschalter mit Kohlekontakten und magnetischer Funkenlöschung versehen, so dass auch hier die Bewegung des Tasters zum Zwecke des Telegraphierens mit der nötigen Schnelligkeit ohne Anstand vollzogen werden kann.

Die Kohlekontakte sind nachschiebbar und lassen sich auch leicht auswechseln.

Durch diese eigenartige Konstruktion des Zeichengebers ist es gelungen, mit Stromstärken bis zu 50 Ampère arbeiten zu können, ohne dass der Zeichengeber, dessen äussere Ansicht Fig. 18 zeigt, Schaden nimmt.



4. *Der Schwingungskreis.* Derselbe besteht:

a) Aus einem System Leydenerflaschen. Für dieselben wurde die Röhrenform gewählt, weil es nur auf diesem Wege möglich war, eine möglichst grosse und widerstandsfähige Kapazität auf einen möglichst kleinen Raum zusammen zu drängen. Die Röhren sind aus widerstandsfähigem Glase gefertigt und haben einen Durchmesser von 25 mm und eine zwischen 2,5 und 3 mm schwankende Wandstärke. Die Kapazität einer Röhre beträgt 0,0004 bis 0,0005 Mikrofarad. Jede Röhre kann, wie dies aus Fig. 19 ersichtlich, falls sie bricht oder

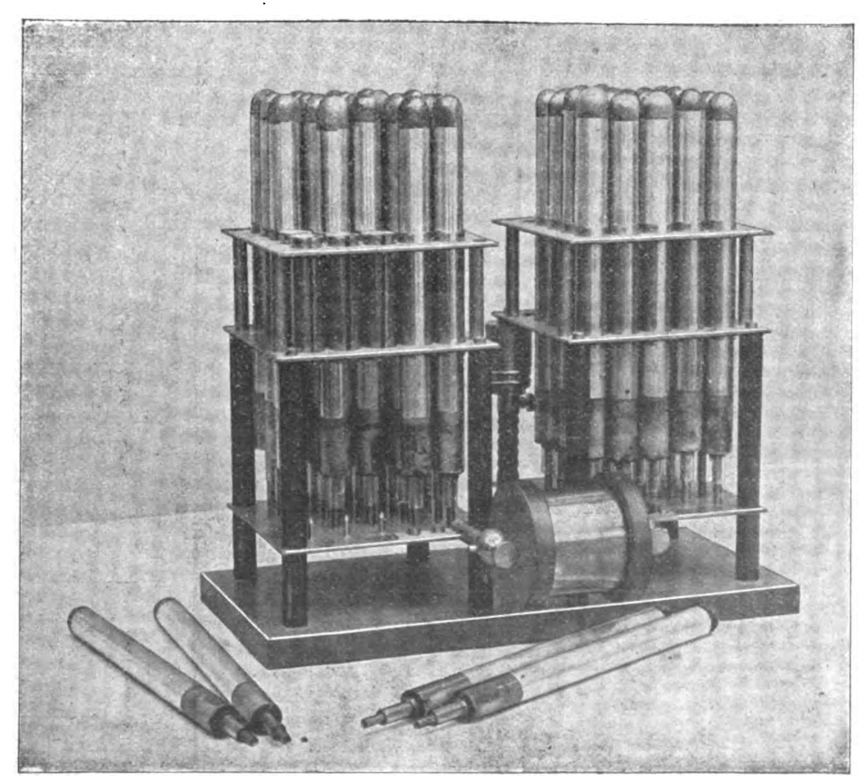


Fig. 19.
Anordnung der röhrenförmigen Leydenerflaschen.

durchgeschlagen wird, in einfacher Weise durch eine Reserveröhre ersetzt werden. Man kann durch die dargestellte Anordnung der Röhren ohne durchgreifende Veränderungen vornehmen zu müssen, leicht von einer Kapazität auf die andere übergehen und letztere daher zwischen 0,0002 bis 0,0048 Mikrofarad stets um 0,0002 Mikrofarad ansteigend verändern, wodurch die zu verwendende Wellenlänge innerhalb sehr weiter Grenzen veränderlich wird.

b) *aus einem Transformator.* Er dient dazu, die in dem Primärstromkreis erregten Wellen auf den Senderstromkreis zu übertragen. Die Primärwicklung wird so berechnet, dass sie im Vereine mit der grössten Kapazität die gewünschte Wellenlänge ergibt. Es ist hierbei wünschenswert, aber durchaus nicht notwendig, dass die Höhe des Sendedrahtes einem Viertel der Wellenlänge gleichkommt. Die Sekundärwicklung richtet sich nach der in Aussicht genommenen Wellenlänge. Da sie den Gesetzen gewöhnlicher Transformatoren nicht folgt, muss sie in Verbindung mit dem Luftdrahte auf ein Maximum der Resonanz einreguliert werden.

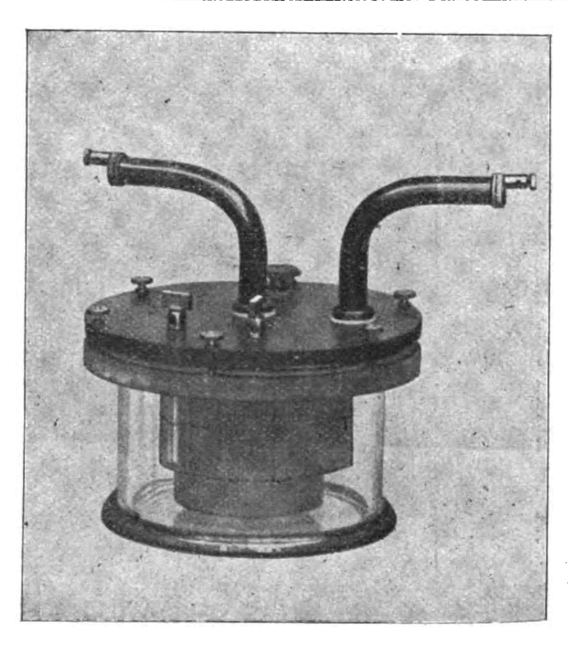


Fig. 20.
Transformator zur Sendeeinrichtung.

Die Wicklungen dieser Transformatoren sind, da bei ihnen hohe Spannungen auftreten, unter Oel gelegt und werden in einem nach aussen öldicht abgeschlossenen Kasten von 20 cm Durchmesser untergebracht. Die Aussenansicht eines derartigen Transformators ist aus Fig. 20 zu entnehmen.

(Fortsetzung folgt.)

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 284 d. Bd.)

Eine sehr verbreitete Konstruktion der zweiten Art ist der Greifer von *J. Jaeger*, Duisburg[1]). Fig. 201—203 stellen einen Greifer von 2,5 cbm Fassung, entsprechend etwa 2000 kg Kohleinhalt, dar. Zwischen die beiden trapezförmigen Seitenschilde des Greifergestells, die aus Winkeleisen mit Eckblechen hergestellt und durch Flacheisenverkreuzung verbunden sind, ist oben ein Querbalken aus 2 ⊏ Eisen gelegt. Eine zweite Traverse führt sich an den seitlich angenieteten Vierkanteisen *a* und steht mit den Schaufeln durch zwei Kniehebelpaare in Verbindung, die in den Krümmungs-

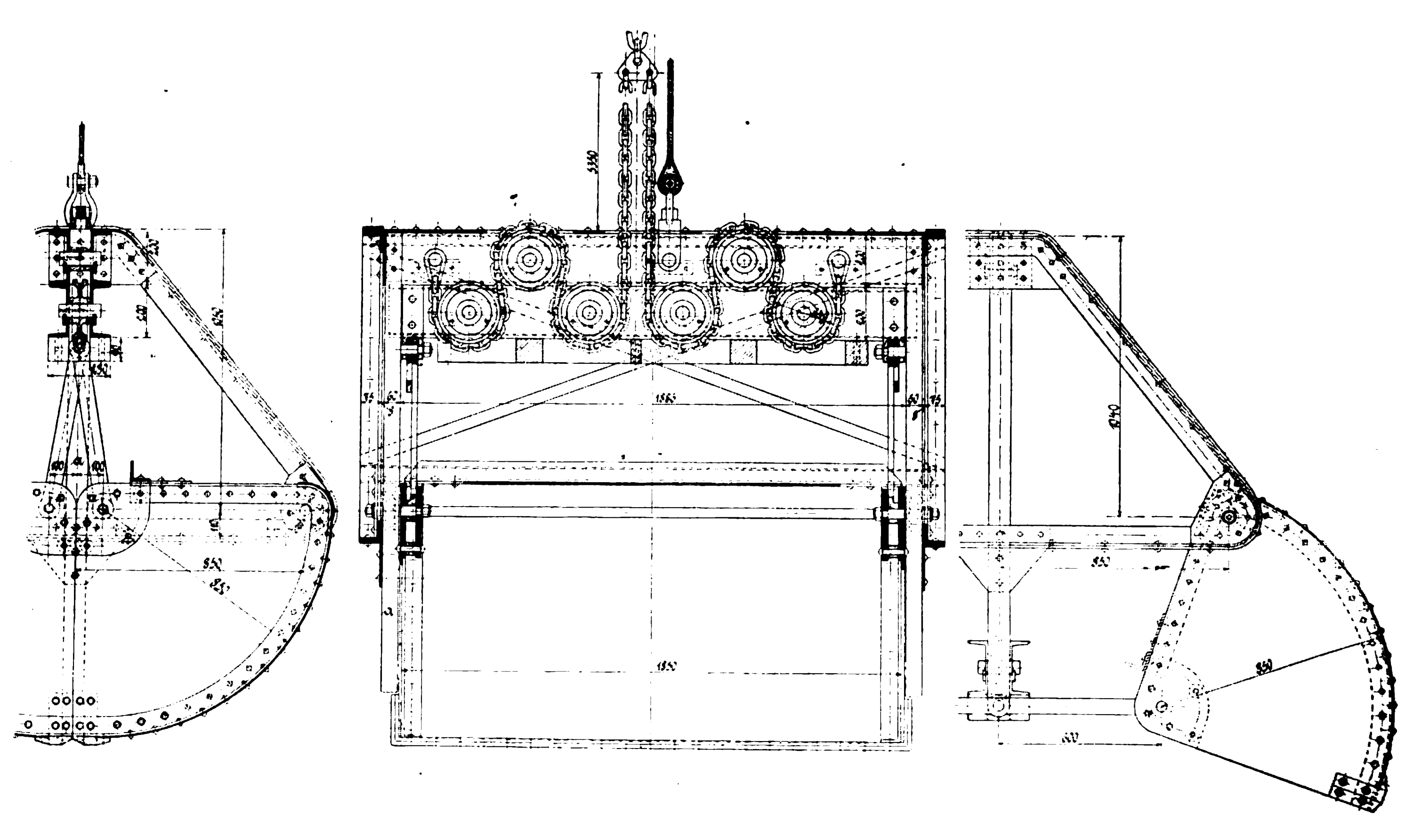


Fig. 201. Fig. 202. Fig. 203.
Greifer von Jaeger.

[1]) D. R. P. 87836.

mittelpunkten der Schaufeln angreifen. Diese sind in den Eckpunkten des Gerüstes drehbar aufgehängt und unten mit kräftigen Stahlschneiden versehen.

Die Lastkette wird, ehe sie in den Greifer eintritt, geteilt und greift infolge dessen vollkommen symmetrisch an. Jedes Trum läuft über drei, in den **[** Eisentraversen gelagerte Rollen, sodass ein Flaschenzug entsteht, der die beiden Querbalken gegen einander zieht. Mit der für die Schlusstellung ungefähr zutreffenden Annahme, dass jede Traverse die Hälfte des ganzen Greifergewichtes zu übertragen habe, ist die zwischen den beiden Traversen wirkende Kraft, wenn man von den Reibungsverlusten absieht, gleich dem $3^1/_2$ fachen Kettenzuge.

Bei geöffnetem Greifer hängt fast das ganze Gewicht an der oberen Traverse, und es würde sich eine vierfache Uebersetzung ergeben.

Der Wirkungsgrad des Flaschenzuges ergiebt sich zu etwa 0,80 bis 0,86, wenn man in Anbetracht der schlechten Schmierung einen Zapfenreibungskoeffizienten von 0,15 bis 0,20 zu Grunde legt[2]) Damit lässt sich für jede Stellung der Traverse das grösste mögliche Schaufeldrehmoment näherungsweise berechnen.

Das Oeffnungsseil fasst an der oberen Traverse twas einseitig an, sodass sich der Greifer beim Entleeren ein wenig schief stellt. Lässt man die Lastkette nach und hält das Seil fest, so drückt die durch ein gusseisernes Gewicht beschwerte untere Traverse die Schaufeln auseinander bis in die in Fig. 203 gezeichnete Lage. Ohne die Kniehebelwirkung würden die Schaufeln nur soweit auseinandergehen, dass ihr Schwerpunkt unter der Drehachse läge.

Die folgende Tabelle in Verbindung mit der nebenstehenden Fig. 204 gibt die Hauptabmessungen der *Jaeger*schen Greifer.

Inhalt cbm	b	h	b_1	h_1	w	Länge der Schaufel i. cm	Gewicht i. kg
1	1410	705	2150	1450	2000	1400	1200
1,5	1560	780	2400	1600	2250	1550	1400
2	1730	865	2650	1750	2500	1700	1600
2,5	1880	940	2900	1950	2750	1850	1800

Nach Fig. 205 ist die Bewegung der Schaufel leicht zu verstehen. Die Bahn der Schaufelspitze wurde nach Gutdünken aufgezeichnet, unter der Annahme, dass der Greifer zunächst ein kleines Stück durch sein Eigengewicht in die Kohle einsinkt. Soll gerade volle Füllung stattfinden,

In Fig. 205 ist der Greifer in der Mittelebene geschnitten gezeichnet. Will man den Zusammenhang der auf die Greiferhälfte wirkenden äusseren Kräfte untersuchen, so ist, als von der anderen Hälfte herrührend, nur eine Horizontalkraft D hinzuzufügen, da infolge der Symmetrie keine Neigung vorhanden ist, die beiden Greiferhälften vertikal gegeneinander zu verschieben. Dazu kommen natürlich noch Kräftepaare, die eine Drehung des Systems verhindern, für unsere Untersuchung indessen keine Bedeutung haben. Die Horizontalkraft D ist gleich der an der Schaufelspitze wirkenden Druckkraft, welche die beiden Greiferhälften zu trennen sucht, und die für jede Schaufelstellung bei gegebenem Kettenzuge leicht zu berechnen ist, wenn man das Schaufeldrehmoment durch den vertikalen Abstand y dividiert.

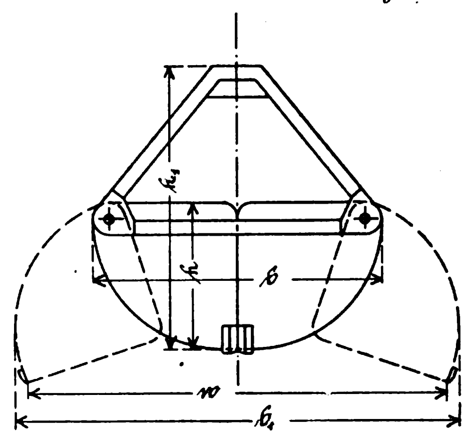


Fig. 204.
Masskizze zum Greifer von Jäger.

Am besten sind die Vorgänge klarzustellen, wenn man wieder zunächst eine ebene Schaufel nach Fig. 206 betrachtet, die unter beliebigem Winkel gegen die Horizontale geneigt in einem Sandhaufen mit wagerechter Oberfläche steckt und von einer Horizontalkraft D ergriffen wird. Drehung der Schaufel wird durch Kräftepaare verhindert. Wäre die Schaufelspitze vollkommen stumpf, d. h. ausser stande, in den Boden einzudringen, so würde sich ein Sandkörper $a\ b\ c$ unter dem Winkel $\beta = 45^0 - \frac{\varrho}{2}$ loslösen und die schiefe Ebene $a\ b$ hinaufgleiten. Dabei wirken folgende Kräfte auf die Schaufelspitze:

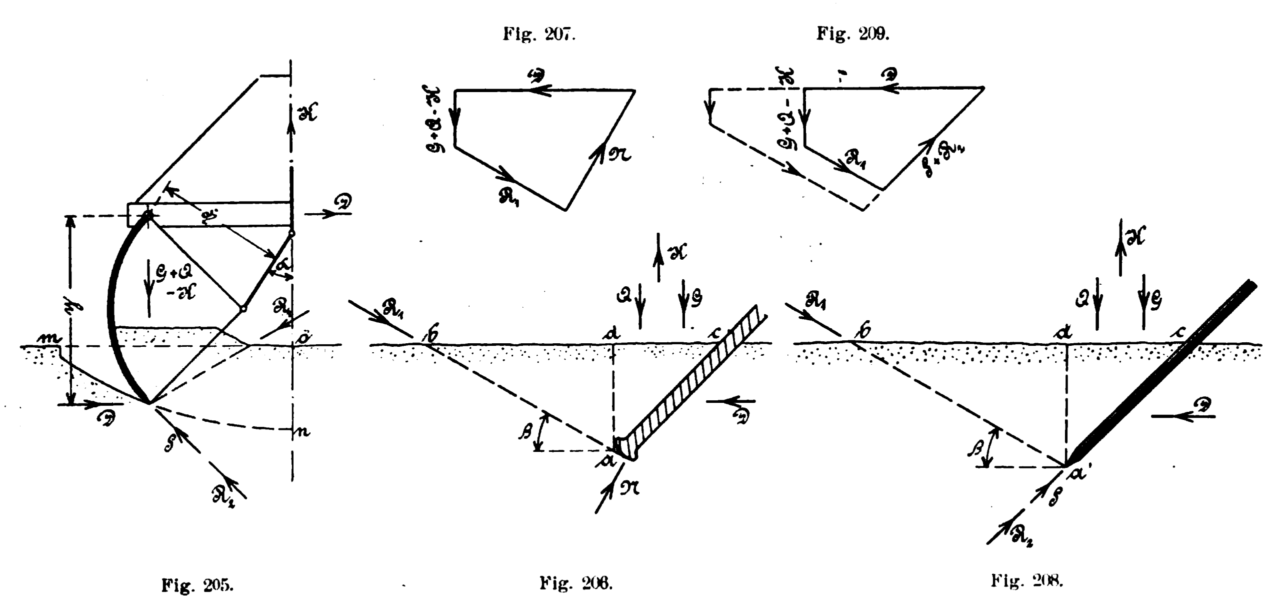


Fig. 205. Fig. 206. Fig. 208.

so muss der Inhalt der mit $m\ n\ o$ bezeichneten Fläche gleich dem Schaufelquerschnitt sein. Gegenüber dem zuletzt betrachteten Vorgang liegt ein wesentlicher Unterschied darin, dass die Schaufeldrehpunkte sich im Verlauf des Schliessens senken müssen, und dass das ausgegrabene Material sehr stark verdrückt wird..

D = horizontale Druckkraft,
G = Eigengewicht der Schaufel,
Q = Gewicht des Sandkörpers $a\ c\ d$,
N = Reaktion der schiefen Ebene gegenüber der Schaufel, normal zur Linie $a\ b$ gerichtet,
R_1 = Widerstand, den Sandkörper und Schaufelspitze auf der schiefen Ebene finden.

[2]) Vgl. *Ernst*, Hebezeuge, 3. Aufl., S. 59.

Um nach Möglichkeit die Verhältnisse des Greifers nachzuahmen, sei noch eine vertikal aufwärts wirkende Kraft K hinzugefügt, entsprechend dem Kettenzuge. Dieser ist bei einer bestimmten Schaufelstellung proportional der Schliesskraft D. Bei Uebertragung dieser Bezeichnungen auf den Greifer ist zu berücksichtigen, dass Kettenzug und Gewicht immer nur für eine Greiferhälfte gelten.

Für den Fall, dass D eben imstande ist, eine Aufwärtsbewegung hervorzubringen, ergibt sich dann das Kräftepolygon (Fig. 207), nach dem sich die erforderliche Verschiebungskraft D, falls die Reibungskoeffizienten bekannt sind, ohne Schwierigkeit berechnen lässt. Der Kettenzug wäre $K = \frac{1}{n} \cdot D$ zu setzen.

Denken wir uns nunmehr die Schaufel zugeschärft (Fig. 208), so sucht die Spitze in das Material einzudringen, und es wird jetzt zweckmässig sein, an Stelle der Reaktion N den in Richtung der Schaufelebene $a\,c$ fallenden Schneidwiderstand S einzuführen, womit alle die Widerstände zusammengefasst sind, die sich unter sonst gleichen Verhältnissen dem Eindringen einer vertikalen Schaufel (Fig. 196 S. 284 d. Bd.) entgegensetzen. Dazu kommt noch der Reibungswiderstand R_2, welcher durch die normal zu $a\,c$ gerichteten äusseren Kräfte an dieser Fläche entsteht. Damit ergibt sich das Kräftepolygon (Fig. 209).

Ob sich die Schaufelspitze nun tatsächlich in der Richtung $a\,b$ oder $c\,a$ bewegt, hängt davon ab, welcher Widerstand beim Anwachsen von D, d. h. beim Anziehen der Kette, zuerst überwunden wird. Die Grösse des Verschiebungswiderstandes R_2 lässt sich wohl mit einiger Annäherung berechnen, dagegen können über den Schneidwiderstand gar keine Angaben gemacht werden. Schwierigkeiten entstehen auch dadurch, dass beide Widerstände, namentlich aber der letztgenannte, von der Geschwindigkeit abhängig sind. Voraussichtlich werden daher während der ganzen Dauer des Greiferschlusses beide Bewegungen gleichzeitig vor sich gehen, mit Geschwindigkeiten, die den jeweils auftretenden, aus dem Polygon zu entnehmenden Kräften entsprechen.

Nehmen wir einmal an, dass bei der in Fig. 209 angedeuteten Grösse der Kräfte langsame Bewegung in beiden Richtungen vor sich geht. Wollte man jetzt durch Vergrösserung des Kettenzuges K schnelleren Schluss herbeiführen, so würde das, wie leicht einzusehen, die in Fig. 209 punktiert eingezeichnete Aenderung des Kräfteverhältnisses zur Folge haben, da K und D zunehmen. Die Verschiebungskraft R_1 wächst schneller als die Schneidkraft, und in derselben Weise wird sich auch das Verhältnis der Wege in beiden Richtungen ändern. Daraus folgt, dass schneller Greiferschluss für eine gute Füllung nicht günstig ist.

Der Kettenzug darf nur soweit gesteigert werden, dass er die Grösse von $G + Q$ zuzüglich der Reibung in der Fläche $a\,d$ nicht überschreitet. Sonst heben sich die Schneiden, und die Füllung wird unvollständig. In diesem Falle, wie überhaupt bei mangelhafter Füllung, wäre das Gewicht des Greifers zu vergrössern. Geht man damit indessen zu weit, so überfüllen sich die Schaufeln und lassen nachher einen Teil ihres Inhalts wieder fallen. Das kann z. B. vorkommen, wenn ein für Kohle gebauter Greifer Getreide fördern soll. Man kann sich dann durch Beschränkung der Oeffnungsweite helfen, doch ist es natürlich unvorteilhaft, jedesmal das unnütze Mehrgewicht zu heben.

Die mit der ebenen Schaufel angestellten Betrachtungen sind auf die gekrümmte Greiferschaufel ohne grosse Aenderung zu übertragen, und man könnte durch Aufzeichnen der Kräftepolygone für verschiedene Stellungen die Bahn der Schaufelspitze mit einiger Wahrscheinlichkeit bestimmen, wenn über die Schneidwiderstände Genaueres bekannt wäre. Offenbar wird auch die Form der Schneide einigen Einfluss haben. Zweckmässig erscheint es, die Abschrägung nach innen zu legen, weil dann der Greifer sich steiler eingräbt, konstruktiv näherliegend ist indessen die umgekehrte Anordnung.

In Fig. 210 bis 213 sind für den oben gezeichneten *Jaeger*schen Greifer die Kräftepolygone für verschiedene Schaufelstellungen gezeichnet, unter der Annahme, dass das Gewicht des ganzen Greifers 1800 kg, also $G = 900$ kg ist, und dass die Vertikalkraft $G + Q - K = 0$ ist, also nach Früherem ungefähr der höchste zulässige Kettenzug $K = G + Q$ ausgeübt wird. Bei Berechnung der Kräfte D wurde angenommen, dass der Wirkungsgrad des ganzen Getriebes, einschliesslich des Flaschenzuges, $= 0{,}75$ sei.

Versteht man unter K, wie bisher, die Kettenkraft für eine Greiferhälfte, so ist, wie oben gezeigt wurde, die Traversenkraft je nach der Schaufelstellung $P = 3{,}5\,K$ bis $4\,K$, die Kraft in der Zugstange nach Fig. 205 gleich $\frac{P}{\cos a}$ und mit Berücksichtigung des Wirkungsgrades die Schliesskraft $D = 0{,}75\,\frac{P}{\cos a} \cdot \frac{x}{y}$.

Die Bahn der Schaufelspitze ist in Fig. 210 nach Gutdünken eingezeichnet, jedoch so, dass der Inhalt der Fläche $f\,g\,1\,2\,3\,4\,h$ gleich dem Schaufelquerschnitt ist. Dabei wurde angenommen, dass der Greifer durch sein Eigengewicht um das Stück $f\,g$ einsinkt. Die Kräftepolygone sind für die Stellungen $1\,2\,3\,4$ gezeichnet. (Fig. 211—213).

Der natürliche Böschungswinkel des Materials wurde zu $\varrho = 40^0$ angenommen, sodass sich ergibt: $\beta = 45^0 - \frac{\varrho}{2} = 25^0$.

Infolge der starken Kniehebelübersetzung wird anfangs die Schliesskraft sehr gross, und es ist nicht denkbar, dass der volle verfügbare Kettenzug ausgeübt wird, da das Material zunächst nur geringen Widerstand bietet. Daher ist für Stellung 1 noch ein zweites Polygon gezeichnet, in dem der Kettenzug statt 930 kg nur zu 400 kg angenommen wurde. Es zeigt sich, dass jetzt mit $G + Q - K = 530$ das Verhältnis zwischen Schneidkraft ($S + R_1$) und Verschiebungskraft R_2 sich bedeutend günstiger gestaltet, und das wird noch stärker hervortreten auf dem Wege zwischen g und 1. Demnach erscheint es sehr zweckmässig, dass der Greifer sich bis zur Strecklage des Kniehebels öffnet, weil dadurch anfangs der Kettenzug klein gehalten und bei geringem Gleitbestreben grosse Schneidkraft hervorgerufen wird. Die Schaufeln werden sich also sehr rasch eingraben.

Fig. 210.

Fig. 212.

Fig. 211. Fig. 213.
Bestimmung der Schliesskraft für Greifer von Jäger.

Die Uebersetzung des Kniehebels nimmt nun schnell ab und D wird geringer, obwohl der Greiferinhalt und mit ihm die zulässige Kettenkraft wächst (Stellung 2). Später macht sich indessen der letztgenannte Einfluss in höherem Masse geltend, und D nimmt wieder zu. Auf die Zunahme der Schneidkraft wirkt noch ihre weniger steile Richtung günstig ein, sowie auch der Umstand, dass die Verschiebungsebene sich steiler als bisher neigen muss, weil sie sonst auf die Wand der zweiten Schaufel trifft.[3]) (Stellung 3.) Alle diese Umstände wirken gegen den Schluss hin immer stärker

[3]) Vgl. den oben angeführten Aufsatz von *Salomon*.

und haben sehr schnelles Wachsen der Schneidkraft zur Folge. In Stellung 4 wird endlich

$$R_1 + S = D = 4410 \text{ kg}.$$

Diese grosse Schneidkraft in der Schlusstellung bringt

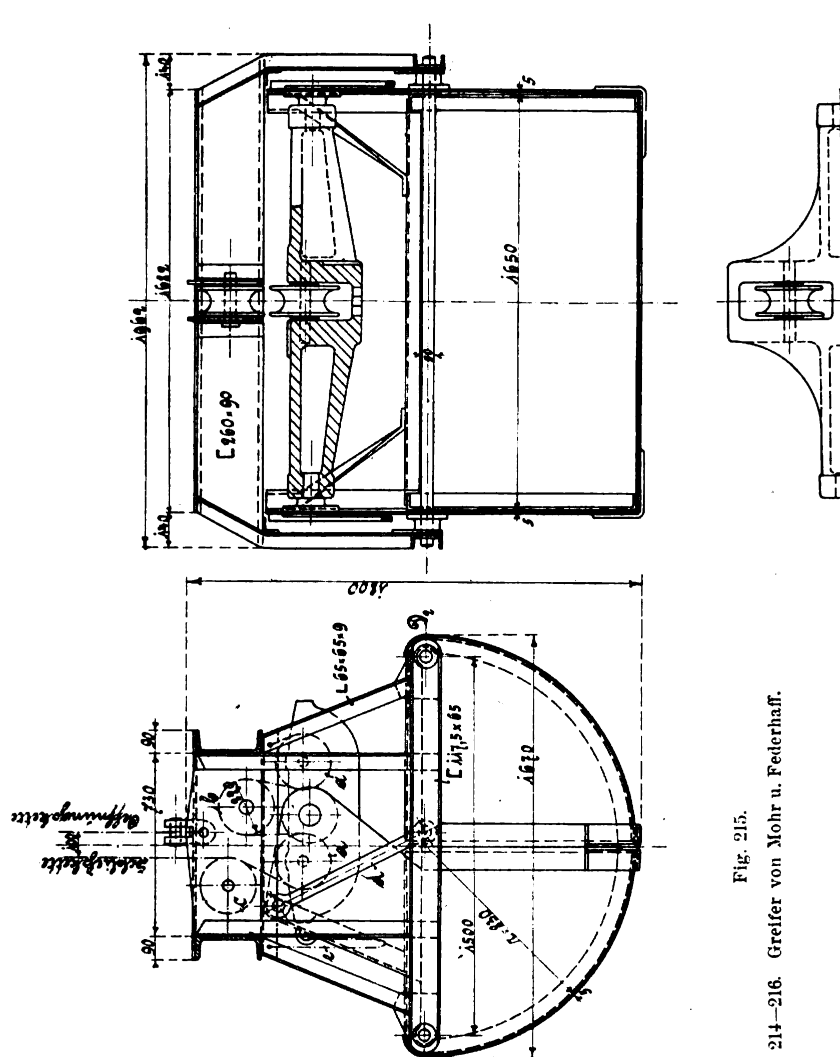


Fig. 215.

Fig. 216.

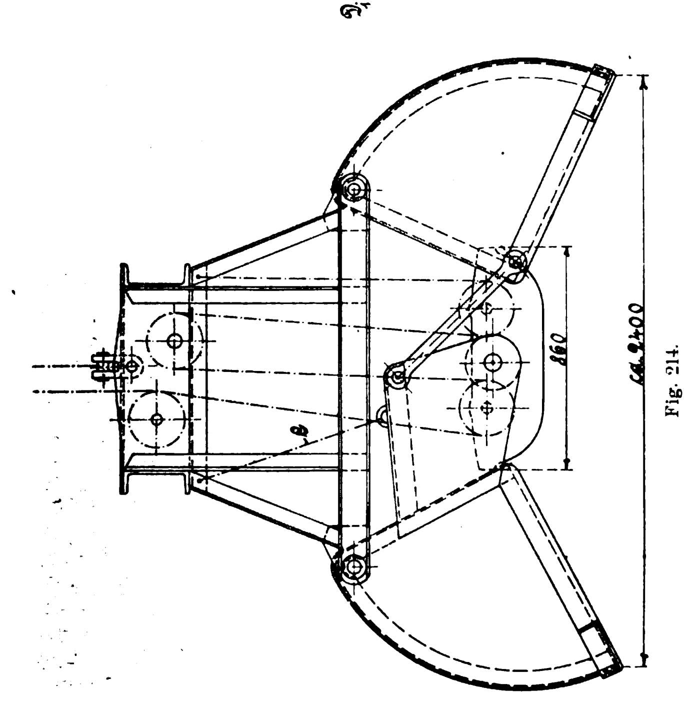


Fig. 214.

Fig. 214–216. Greifer von Mohr u. Federhaff.

namentlich den Vorteil mit sich, dass die Schaufeln imstande sind, grössere Kohlestücke, die sich zwischen die Schneiden geklemmt haben, zu zerdrücken.[4])

Die im Vorhergehenden angestellten Betrachtungen haben den Zweck, die Gesichtspunkte klarzulegen, von denen man bei Konstruktion eines Greifers auszugehen hat, um möglichst günstige Wirkung zu erreichen. Ist die Anordnung unzweckmässig, so kann gute Füllung nur durch Vermehrung des Eigengewichtes erzielt werden, die sehr unwirtschaftlich ist. Oder man hat, wenn es konstruktiv ausführbar ist, die Uebersetzung des Getriebes zu vergrössern, wodurch indessen die Greifdauer verlängert wird. Das erforderliche Greifergewicht für einen neuen Entwurf auf theoretischem Wege zu ermitteln, ist natürlich so lange nicht möglich, als über die Schneidwiederstände nichts bekannt ist. Doch kann man durch Vergleich mit einer erprobten Konstruktion auf Grund dieser Ueberlegung wenigstens einigen Anhalt dafür gewinnen.

Erschwert wird eine sichere Beurteilung der Vorgänge, wenn nicht, wie bisher angenommen, die einzelnen Körner des Fördergutes gegenüber den Abmessungen der Schaufel als klein anzusehen sind, wenn es sich also z. B. um Stück- oder Förderkohle handelt, da jetzt die Widerstände sehr abhängig sind von der zufälligen Lagerung der Stücke. Der Greifer wird dann ganz unregelmässige Bewegungen machen.

Ferner verschieben sich die Verhältnisse im praktischen Betriebe ein wenig dadurch, dass die Oberfläche des Fördergutes nicht horizontal zu sein pflegt. Es liegt dann in der Hand der Bedienungsmannschaft, den Greifer so aufsetzen zu lassen, dass er möglichst günstig eingreift. Hinzu kommt, dass auch die Seitenbleche der Schaufeln beim Eindringen auf Schneidwiderstände stossen, und dass infolge der Reibung die Verschiebung des Materials an dieser Stelle eine ganz andere sein wird, als in der Mitte.

Man kann sich nach dem Vorangegangenen leicht klar machen, weshalb die erste Konstruktion mit in der Mitte liegenden Drehpunkten für Bagger-, die andere für Verladezwecke bevorzugt wird. Im ersten Falle handelt es sich in der Regel um zusammenhängendes, unter Umständen beinahe festes, im zweiten um lockeres Material. Nun tritt bei den Greifern mit aussenliegenden Drehpunkten sehr starke Deformation des Greiferinhaltes ein, was bei grossem Verschiebungswiderstande wesentlich vermehrte Greifarbeit zur Folge hat, also bei zusammenhängendem Material sehr nachteilig wirken würde. Dagegen hat die andere Anordnung die Eigenschaft, dass, wenigstens bei zylindrischer Schaufelform, die Drehpunkte sich im Verlaufe des Greifens nicht heben dürfen, wenn völlige Füllung eintreten soll, da die Schaufeln sich nicht wieder tiefer eingraben können. Bei lockerem Material, aber mit geringem Verschiebungswiderstand, wird eine solche Hebung sich nur durch erhebliche Vergrösserung des Gewichtes verhindern lassen. Das Gleitbestreben wird bei der ersten Konstruktion auch dadurch begünstigt, dass der Schneidwiderstand grösser wird, da die

[4]) Bei dieser Gelegenheit sei an die in Jahrgang 1902, S. 556 dargestellte Konstruktion von *Losenhausen* erinnert, die den gleichen Zweck in noch höherem Masse durch Anwendung einer unrunden Trommel zu erreichen sucht.



Schaufeln tiefer eindringen, als im zweiten Fall. Als Vorteil der zweiten Anordnung ist noch zu erwähnen, dass sie im allgemeinen geringere Bauhöhe zulässt, und dass die Kniehebelstäbe auf Zug statt auf Druck beansprucht werden.

Fig. 214—216 geben einen Greifer von *Mohr & Federhaff*, Mannheim, wieder, der bei 2 cbm Fassungsvermögen etwa 1800 kg wiegt. Die Konstruktion unterscheidet sich von der *Jaeger*schen namentlich dadurch, dass die Hubkette ungeteilt in den Greifer eingeführt ist. Der Flaschenzug besteht aus zwei, in einer schweren gusseisernen Traverse gelagerten, losen Rollen *a* und einer festen Rolle *b* im Greifergerüst. Durch die Leitrolle *c* wird die Schliesskette so geführt, dass sie um etwa 50 mm aus der Mittelebene des Greifers abweicht, ebenso viel wie die gegenüber am Gestell befestigte Entleerungskette, sodass der Greifer in jedem Falle ein wenig schief hängt.

Die Gusstraverse, die den unteren Rollenblock darstellt, ist mit Zapfen in Blechschilde eingehängt, die mit der links gezeichneten Schaufel fest vernietet sind. Der Aufhängepunkt der Traverse beschreibt also einen Kreis um den Drehzapfen D_1 und bedarf keiner besonderen Führung. Die zweite Schaufel wird von der ersten aus durch die Stange *d* gedreht. Bei dieser Art des Antriebes bewegen sich natürlich die Schaufeln nicht ganz gleichmässig. Die an den beiden Schneiden ausgeübten Horizontalkräfte lassen sich für jede Stellung leicht berechnen, wenn man bedenkt, dass sie sich gegenseitig aufheben, also notwendig einander gleich sein müssen. Die auf Verschiebung und auf Eindringen wirkenden Kräfte müssen besonders bei voller Oeffnung (Fig. 214) in wesentlich anderem Verhältnis stehen, als bei dem Greifer von *Jaeger*, da die sehr starke Uebersetzung des vollständig gestreckten Kniehebels hier fehlt, sodass bei Beginn des Eindringens grösserer Kettenzug auszuüben ist. Die an der Traverse wirkende Kraft darf wieder, je nach der Schaufelstellung, gleich dem 3,5- bis 4fachen Kettenzug gesetzt werden. Das Gewicht der Traverse genügt, um die Schaufeln zu spreizen.

Eine Hilfskette *e* begrenzt die Oeffnungsweite und gestattet, diese leicht zu verändern, wenn unvollständige oder übermässige Füllung eintreten sollte. Die Achsen der Rollen *a* liegen etwas höher, als der Drehpunkt der Traversen, sodass diese sich im stabilen Gleichgewichte befindet. Auch wird einer Schiefstellung dadurch entgegengewirkt, dass die grösste Eisenmasse nach unten verlegt ist.

Der Greifer hat sich in zahlreichen Ausführungen gut bewährt. Die Gewichte werden folgendermassen angegeben:

Inhalt (cbm):	1,25	1,5	1,75	2	2,25.
Gewicht des Greifers (kg):	1350	1480	1660	1780	1860.

Der Greifer der *Düsseldorfer Kranbaugesellschaft*, der in Fig. 136 u. 137 S. 103 d. Bd. eingezeichnet ist, beruht auf demselben Grundsatz, wie die beschriebenen Konstruktionen, ist aber für Betrieb mit Drahtseil eingerichtet. Das Schliesseil wirkt auf zwei symmetrisch eingebaute Flaschenzüge, deren Anordnung grosse Rollendurchmesser und Biegung des Seiles in einem Sinne ermöglicht. Die Schaufeldrehmomente verlaufen etwas anders als bei *Jaeger*, weil die Zugstangen nicht an einem Punkte in der Mittelebene, sondern an den Enden eines Querstabes angreifen. (Fortsetzung folgt.)

Neue Einrichtungen und Nebenvorrichtungen zur Zugsicherung auf Eisenbahnen.

1. *Siemens & Halskesche Schaltungsweise für elektrische Sperr- oder Meldevorrichtungen.*

Wenn durch die fahrenden Züge von einer bestimmten Bahnstelle aus nach einer zweiten, entfernten Stelle die erfolgte Vorbeifahrt mittels Signale angezeigt oder die Lösung des Verschlusses eines Blockwerks oder eines Fahrstrassenhebels u. s. w. bewirkt werden soll, so geschieht dies bekanntlich in der Regel auf elektrischem Wege, und zwar mit Hilfe von Stromschaltern, welche von den Fahrzeugen der Züge tätig gemacht werden. Einrichtungen dieser Art können jedoch, wenn es sich um die Aufhebung eines Fahrverbots oder um Entriegelungen von ähnlicher Wichtigkeit handelt, erst dann als vollwertig gelten, wenn die von den Zügen auszuübende Fernwirkung sich in der Tat nicht früher vollzieht, bevor nicht die letzte Zugachse den in Frage kommenden Gefahrpunkt richtig überschritten hat, weil andernfalls bei einem etwaigen Liegenbleiben eines Zuges an kritischer Stelle die Aufhebung des gedachten Verschlusses erfolgen könnte, ohne dass die sichernden Vorbedingungen erfüllt sind.

Schon seit etwa sieben Jahren wird von *Siemens & Halske* eine Schaltungsweise angewendet, welche der eben angeführten Bedingung dadurch entspricht, dass neben einem gewöhnlichen Streckenstromschalter im Gleise noch ein zweiter Kontakt in Gestalt eines isolierten Stückes des einen oder des anderen Schienenstranges vorhanden ist, und dass ein beim Befahren des ersteren durch die erste Radachse jedes Zuges entstehender Stromkreis so lange geschlossen bleibt, als noch eine Achse desselben Zuges auf dem isolierten Schienenstück läuft. Neuestens hat diese Schaltung eine unter Umständen günstig verwertbare Erweiterung erfahren, wie sich dieselbe aus Fig. 1 des näheren ersehen lässt. Im Gleis *g g* liegt an erforderlicher Stelle irgend ein Radtaster, Schienendurchbiegekontakt oder ein ähnlicher, als Stromschliesser angeordneter Streckenstromschalter *t*, während gleichzeitig ein Stück i_1 i_2 des Schienenstrangs s_1 s_1 vom Unterbau und namentlich von den anstossenden Fortsetzungen des Schienenstrangs isoliert, dagegen der zweite Strang s_2 s_2 des Gleises an Erde gelegt ist. Natürlich kann das Stück i_1 i_2 je nach Bedarf ein längeres Gleisstück oder auch nur eine einzelne Schiene sein, doch muss es jedenfalls eine um einige Meter grössere Länge besitzen, als der grösste Radstand, welcher bei den auf der Strecke verkehrenden Eisenbahnfahrzeugen vorkommen kann.

Befährt ein Zug den Streckenumschalter *t*, so gelangt hierdurch die Leitung *l* über *t* und durch Vermittlung der Räderpaare des Zuges mit der Erde in Verbindung, so dass von der Batterie *b* ein geschlossener Stromkreis über e_1, e_2, s_2, *t*, *l* und m_1 entsteht, welcher die Anziehung des Ankers a_1 und daher die Herstellung eines neuen Stromweges bei c_1 bewirkt. Von diesem Augenblicke an erfolgt ersichtlichermassen der Schluss eines zweiten Stromkreises über die Radachsen des Zuges, dann über e_2, i_1 i_2, d_1, l_1, a_1, c_1, *n*, m_1, *b* und e_1, der so lange unverändert anhält, als ein Rad des in Betracht stehenden Zuges sich auf der isolierten Schiene befindet. Es bleibt also nach dem Befahren des Streckenstromschliessers *t* die Wirksamkeit des Elektromagneten m_1, d. h. die Anziehung des Ankers a_1, bezw. der Stromweg bei c_1 auch noch aufrecht, wenn keine Betätigung dieses Stromschliessers mehr stattfindet; sie wird jedoch, — vorläufig angenommen, dass der zweite Anschluss d_2 der Leitung l_2 an i_1 i_2 nicht vorhanden wäre — sofort unterbrochen werden, wenn die letzte Zugachse über i_1 i_2 hinweggelangt ist und die Leitung l_1 sonach die leitende Ver-

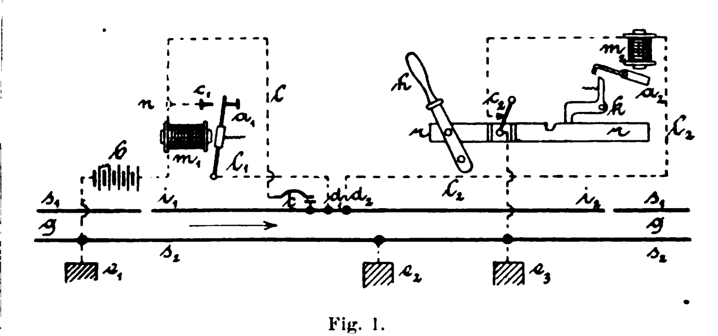


Fig. 1.

bindung zur Erde e_2 verliert. Wenn nun unter der letzterwähnten Voraussetzung, dass der Anschluss d_2 nicht vorhanden sei, zwischen der Batterie b und dem Relais m_1 ein oder mehrere Elektromagnete eingeschaltet würden, welche Signal- oder Sperrvorrichtungen derart steuern, dass sie die Auslösung durch den Ankerabfall vollziehen, dem die Anziehung vorausgegangen ist, so entspricht ihre Einrichtung nach der beschriebenen Schaltung der eingangs aufgestellten Bedingung, laut welcher sie ihre Aufgabe erst dann vollziehen dürfen, wenn der Zug die Gefahrstelle wirklich hinter sich gelassen hat.

Dieses bildet das Wesen der ursprünglichen *Siemens und Halske*schen Schaltung, welche neuestens die in Fig. 1 ersichtlich gemachte einfache Weiterung erfahren hat, bei deren Anwendung jener Stromschluss, der infolge Betätigung des Streckenstromschliessers t entsteht, nach der Vorbeifahrt des Zuges nicht aufhört, sondern sich zur Erregung anderer Elektromagnete ausnützen lässt und erst später, nach verrichteter Arbeit, sei es selbsttätig oder von Hand wieder unterbrochen werden muss. Zu diesem Ende sind z. B. die Spulen des Elektromagneten m_2 einerseits zur Erde e_3, andererseits durch die Leitung l_2 bei d_2 an i_1 i_2 angeschlossen. Hierdurch wird nun, sobald der Elektromagnet m_1 durch die erste Achse eines Zuges mittels des Stromschliessers t zur Wirksamkeit gelangt und den Stromweg bei c_1 herstellt, nebst den über t und über d_1 geschlossenen Stromkreisen noch ein weiterer Teilstrom von d_1 über d_2, l_2, m_2, c_2, e_3 und e_1 seinen Lauf nehmen, der jedoch bei richtiger zweckdienlicher Bemessung der Leitungswiderstände so schwach bleibt, dass er eine Anziehung des Ankers a_2 nicht zu Stande bringt. Gelangt jedoch der in Frage kommende Zug über i_1 i_2 hinweg, wonach also die leitende Verbindung zwischen i_1 i_2 und s_2 s_2 aufhört, dann fliesst der volle Strom der Batterie b über m_1, n, c_1, a_1, l_1, d_1, d_2, l_2, m_2, c_2, e_3 und derselbe ist nun kräftig genug, um auch den Elektromagneten m_2 angemessen wirksam zu machen. Dieser zuletzt betrachtete Stromkreis bleibt nun dauernd so lange geschlossen, bis ein zwischen m_2 und der Erdleitung eingeschalteter Unterbrecher vorübergehend geöffnet wird, wodurch die Gesamteinrichtung die in der Zeichnung dargestellte Grundstellung wieder zurückgewinnt.

Das der Fig. 1 zu grunde liegende Beispiel bezieht sich auf den häufig vorkommenden Fall, dass an einem Signal- und Weichenstellwerk die Sperrung eines *Fahrstrassenhebels* h durch die letzte Achse der eingefahrenen Züge gelöst werden soll. Die Rückstellung des zum Verschluss der Weichenhebel umgelegten Fahrstrassenhebels h wird durch eine Sperrklinke k verwehrt, welche vermöge ihrer Federung bestrebt ist, in die Falle des mit h verbundenen Schiebers rr einzuschnappen, sobald dieser angemessen verschoben wird. Das Einfallen der Klinke k kann jedoch nur bei abgerissenem Anker a_2 stattfinden, wogegen k in der nichtsperrenden Lage zurückgehalten bleibt, so lange m_2 stromdurchflossen, bezw. der Anker a_2 angezogen ist. Die Unterbrechung des Freigabestromes besorgt der Stellwerkswärter lediglich durch die Rückstellung des Fahrstrassenhebels, wobei die Kontaktstelle c_2 gelöst und hierdurch die leitende Verbindung zur Erde e_3 unterbrochen wird. Dass sich diese Schaltung ebensowohl für andere Stellwerksteile und mannigfache ähnliche Sicherungen ausnützen lässt, bedarf keiner weiteren Erläuterung.

II. *Arlts Vorrichtung zur selbsttätigen Entblockung von Wechselstromfeldern.*

Statt der Anwendung besonderer, zwischengelegter Sperrvorrichtungen, welche durch die fahrenden Züge vermittels eines Streckenstromschalters entriegelt werden, schlägt *O. Arlt* in Görlitz vor, das in Frage kommende *Siemens & Halske*sche Blockfeld gleich ohne Vermittlung einer gedachten Sondersperre durch ein Uhrwerk freimachen zu lassen, welches von den Zügen mittels eines Streckenstromschliessers und einer Batterie ausgelöst wird und sodann in den Elektromagnet des Blockfeldes den zur Entblockung erforderlichen Wechselstrom entsendet, gerade so, als sei derselbe von der berechtigten Stelle aus durch Handhabung der Blocktaste und des Magnetinduktors abgeschickt worden. Der Konstrukteur fasst nämlich bei seiner Vorrichtung im besonderen die bekannte Anordnung der deutschen Stations-Blockanlagen ins Auge, bei denen die zu den Aus- und Einfahrtsignalen gehörenden Wechselstromblockfelder des Signal- und Weichenstellwerks vom Dienstzimmer des Stationsbeamten aus freigegeben werden, nachdem sich der letztere jeweilig die Ueberzeugung verschafft hat, dass die Ein- bezw. Ausfahrt des Zuges ordnungsmässig vor sich gegangen ist.

Aus Fig. 2, welche das Stromlaufschema einer Stellwerksblockeinrichtung darstellt, lässt sich das wesentlichste der *Arlt*schen Anordnung unschwer ersehen. Um die für die Ein- oder Ausfahrt eines Zuges erforderliche Signal-

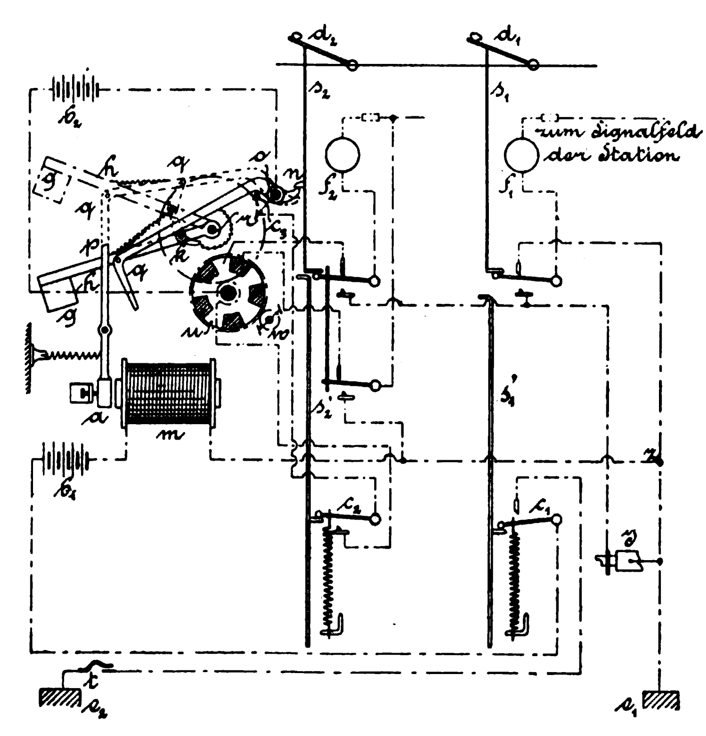


Fig. 2.

gebung zu ermöglichen, muss der Stationsbeamte bekanntlich mittels seines im Dienstzimmer der Station befindlichen, in der Zeichnung weggelassenen Signalfeldes durch Entsendung von Wechselströmen das Signalblockfeld f_1 des Stellwerks entblocken, wodurch der Stellwerkswärter in stand gesetzt wird, zuvörderst seinen Fahrstrassenhebel angemessen einzustellen und sodann, nachdem er letzteren durch Bedienung des Fahrstrassenblockfeldes f_2 festgelegt hat, die Freistellung des betreffenden Ein- bezw. Ausfahrtsignals zu bewerkstelligen. Bei der vorgedachten Freigabe des Blockfeldes f_1 wird gleichzeitig die Hemmung der Stange s'_1 gelöst und sonach der Kontakt c_1 geschlossen. Von c_1 führt eine Stromleitung einerseits zu einem als Stromschliesser angeordneten Streckenstromschalter t, andererseits zu einer Batterie b_1, welche über die Spulen eines Elektromagneten m bei z zur Erde e_1 angeschlossen ist. Der abgerissene Anker a des Elektromagneten m hält mit seinem abgeschrägten Hebelende p einen um den Drehzapfen o beweglichen Auslösehebel q fest, wenn der letztere die in Fig. 2 durch gestrichelte Linien angedeutete Stellung einnimmt. Auf einem seitlich aus q vorstehenden Rollenstift lehnt sich der am unteren Ende um eine Achse lose drehbare Hebelarm h, dessen freies Ende ein Gewicht g trägt und der mit einer federnden Mitnehmerklaue k in ein Sperrad r eingreift. Die Achse dieses Gesperrs überträgt ihre Drehung durch Vermittlung einer von dem Windflügelrade w beeinflusste, mehrfache Zahnradübersetzung auf einen rotierenden, als Polwechsler wirkenden Umschalter u.

Während ein Zug aus- oder einfährt, befindet sich der bezügliche Auslösehebel q nebst dem Treibgewichtshebel h immer in der durch gestrichelte Linien gekennzeichneten, gehobenen Lage, bei welcher sich q auf den Ankerhebel stützt, das Uhrwerk sich in Ruhe befindet, und ein mit einer Batterie b_2 verbundener, auf q angebrachter Kontakt c_3 unterbrochen ist. Diese Lage der Auslösung wird jedesmal, d. h. für jeden Zug vom Stellwerkswärter bei Bedienung

des Fahrstrassenblockfeldes f_2 dadurch hervorgerufen, dass die niedergehende Tasterstange s_2 mittels einer Nase n den Auslösehebel q hochhebt und auf den Ankerhebel legt. Befährt nun der Zug den Streckenstromschalter t, so gelangt die Batterie b_1, da zur Zeit der Stromweg bei c_1 hergestellt ist, über m, e_1, e_2, t, c_1 in Schluss, der Auslösehebel q verliert infolge der Ankeranziehung den bisherigen Halt bei p, so dass er in die mit vollen Linien dargestellte Lage abfällt, wobei sich der Kontakt c_3 schliesst. Das Gewicht g wird wirksam und treibt durch die Klaue k das Laufwerk der Polwechselscheibe u an, deren Lauf, wie bereits erwähnt, durch die Windflügelhemmung w gleichmässig gemacht wird. Von dem Augenblicke an, wo durch den Abfall des Auslösehebels der leitende Weg bei c_2 hergestellt wird, findet der Strom der Batterie b_2 seinen Weg über u nach den Spulen des Wechselstromverschlusses des Blockfeldes f_2, und sobald auf diese Weise die zur Entblockung erforderliche Zahl Ströme wechselnder Richtung abgegeben ist, erfolgt das Hochgehen der Tasterstange s'_2, wodurch sich der bisher bei c_2 bestandene Kontakt löst und also die Stromgebung von selbst wieder aufhört, nachdem sie ihre Aufgabe erfüllt hat.

Es wäre natürlich ebensogut möglich, statt der Batterie b_2 in Verbindung mit der sich drehenden Polwechselscheibe das Uhrwerk einfach einen Magnetinduktur antreiben zu lassen, der ohne weiteres die erforderlichen gewöhnlichen Wechselströme liefert und über den Kontakt c_3 in die Blockfeldspulen entsendet. Desgleichen kann die Anordnung des Streckenstromschalters und die Auslösung des Laufwerkelektromagnetes — etwa in der vorhin geschilderten *Siemens & Halske*schen Weise — derart getroffen sein, dass das Abfallen des Auslösehebels erst erfolgt, wenn die *letzte* Achse der Züge die Gefahrstelle überfahren hat. Schliesslich lässt sich der selbsttätige Stromsender nicht blos für die Entblockung von Fahrstrassenblockfeldern ausnützen, sondern in entsprechender Anpassung ebensowohl für die Freigabe von Signal- oder von Zustimmungsblockfeldern, wobei gegenüber den gewöhnlichen Anlagen Leitungen oder auch Blockfelder und für alle Fälle im Signalbetriebe viel Zeit und Mühe erspart werden können. Ob sich aber die in Rede stehende Vorrichtung so tadellos und verlässlich ausführen lässt, als es bedingt erscheint, um sie in die Praxis einführen zu dürfen, wird allerdings vorher erst durch eine längere strenge Erprobung festzustellen sein

III. Verbesserung an dem Schienendurchbiege-Streckenstromschliesser der C. Lorenz'schen Signalbauanstalt (Berlin).

Der seinerzeit an dieser Stelle ausführlich beschriebene obengenannte Streckenstromschliesser (vergl. D. p. J. 1901, Bd. **316**, S. 649) hat seither eine grosse Verbreitung gefunden, die er zum Teil auch einer geringen, aber für die gleichbleibend tadellosen Stromherstellungen und Stromunterbrechungen wertvolle Verbesserung verdankt. Letztere besteht, wie die Abbildung des im Gleis verlegten Streckenstromschliessers (Fig. 3) ersehen lässt, lediglich darin, dass das Winkeleisen, welches das gusseiserne Kontaktkästchen trägt, nicht wie früher (vergl. 1901, Bd. **316**, S. 650 Fig. 10) von der Fahrschiene völlig losgetrennt, einfach auf zwei Oberbauschwellen liegt, sondern etwa die doppelte Länge erhält und mit seinen beiden Enden an den Fuss der Fahrschiene nach der gewöhnlichen Art dieser Verbindungen mittels Klemmbacken und Schraubenbolzen festgemacht wird.

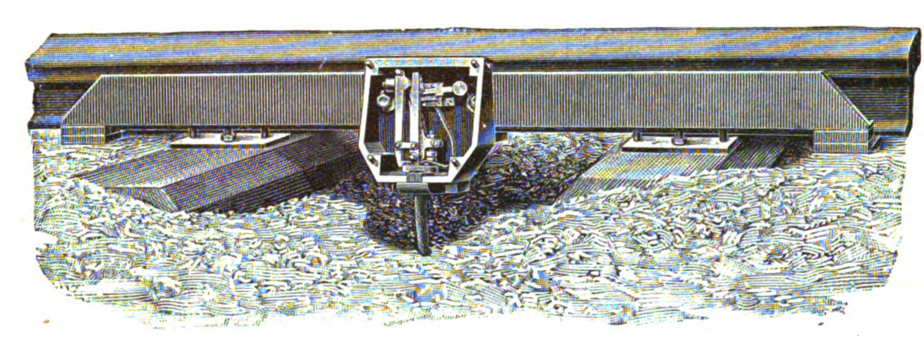


Fig. 3.

Die Auflager des Kontaktträgers auf den beiden Schwellen sind durch Eisenplatten gebildet, welche mit dem wagerechten Teil des Winkeleisens durch je zwei Schraubenbolzen in Verbindung stehen; eine dritte, in der Mitte zwischen den beiden Bolzen vorhandene, stärkere Kopfschraube dient als Stell- bezw. Spannschraube und ist daher mit einer sichernden Gegenmutter versehen, welche den Rückgang aus der einmal richtig eingestellten Lage verhindert. Mit Hilfe dieser beiden Spannschrauben erhält der Kontaktträger seine endgiltige, d. h. richtige Lage. Hierzu werden die Schrauben durch Lüften oder Anziehen derart eingestellt, dass der Abstand, welcher sich zwischen der Unterkante des den Kontakt tragenden Winkeleisens und den Schwellenoberkanten ergibt, wenn die Befestigung der Trägerenden an der Fahrschiene erfolgt ist und die Roheinstellung der Gesamtvorrichtung stattgefunden hat, um 3—4 mm vergrössert wird, demzufolge das Winkeleisen einen sanften, aber festgespannten Bogen bildet. Die übrige Anordnung des Stromschliessers hat keine Abänderung erfahren, sondern ist genau so geblieben, wie sie an der oben angeführten Stelle beschrieben wurde und wie sie sich auch in der Praxis, namentlich in Rücksicht des Umstandes, dass die Vorrichtung nur geringe Unterhaltung und fast gar keine Beaufsichtigung beansprucht, durchaus bewährt hat.

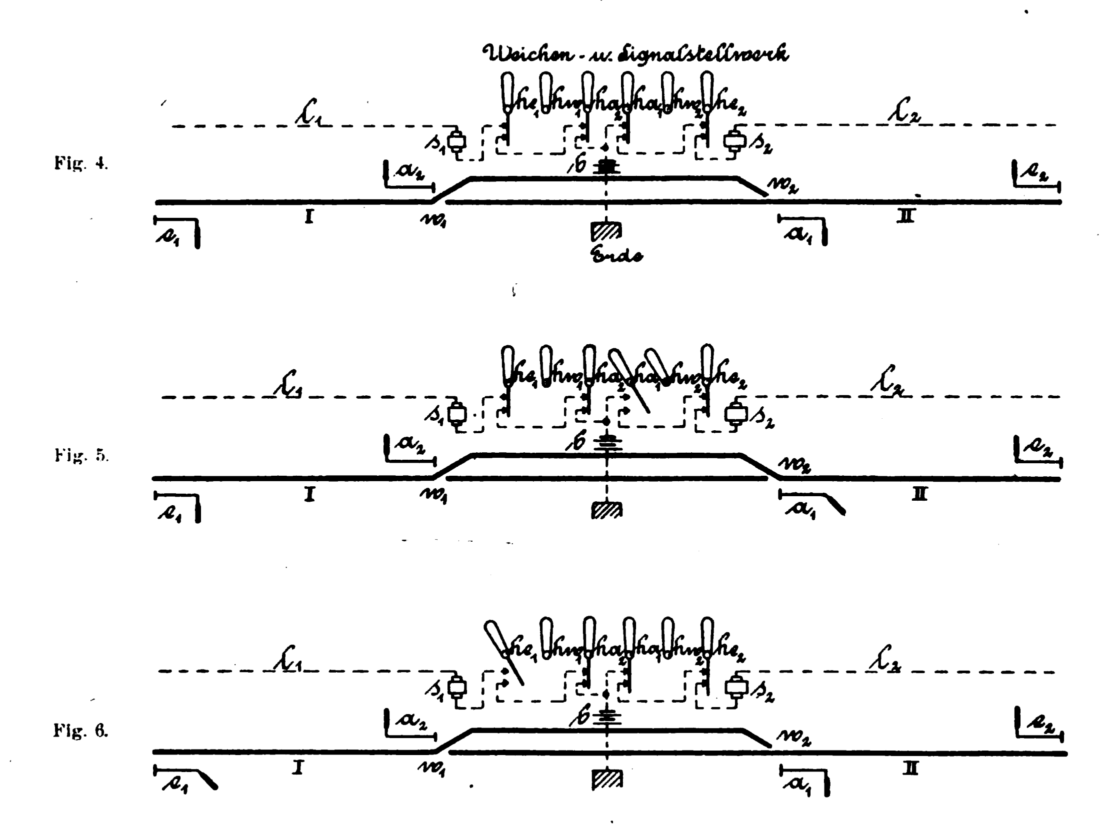
IV. Vervollkommnung der Webb- und Thomson'schen Zugstabeinrichtung.

Die bekannte elektrische Einrichtung zur Durchführung der Zugdeckung mittels des *englischen Zugstabes* wird neuestens von verschiedenen eingleisigen Nebenbahnen, namentlich aber auch von elektrisch betriebenen Bahnen höherer Ordnung angewendet. Sie hat dabei z. B. auf einigen italienischen Linien eine einschneidende Erweiterung erfahren, indem zwischen den Weichen- und Signalstellwerken in den Stationen und den Stromkreisen für die Freigebung der Zugstäbe eine strenge Abhängigkeit in der Weise geschaffen ist, dass der Zugstab als Schlüssel zur Freimachung der Stellhebel für die Ausfahrtsignale dient, während die Stellhebel der Ein- und der Ausfahrtsignale Zustimmungskontakte steuern, welche behufs Freimachung der Zugstäbe geschlossen sein müssen.

Bei der Zugstabeinrichtung von *Webb & Thomson* (vergl. D. p. J. 1893, Bd. **288**, S. 197) erfolgt — wie zum Verständnis des Späteren zu erinnern geboten erscheint — die Deckung jedes einzelnen Zuges zwischen zwei Nachbarstationen mittels eines besonderen, eigens gestalteten, nur dieser Strecke geltenden Zugstabes, welchen der Zugführer während der Fahrt bei sich haben muss. Dieser Stab kann aber nur dann aus seinem Aufbewahrungsorte entnommen werden, wenn letzterer nicht versperrt ist, d. h. wenn sich kein anderer Zug auf der in Frage stehenden Strecke befindet, weil *jede* Entnahme eines Zugstabes, sei es in der Anfangs- oder in der Endstation der Strecke, den Verschluss der beiden Zugstabbehälter im elektrischem Wege selbsttätig hervorbringt und diesen Verschluss ebenfalls beiderseits selbsttätig wieder öffnet, nachdem der entnommen gewesene Zugstab in den einen oder anderen Behälter zurückgebracht werde. Bei richtiger Ausführung kann also ein Gegen- oder Folgezug immer erst dann abgesendet werden, wenn der letztverkehrende Zug in seiner Bestimmungsstation eingetroffen oder in seine Ausgangsstation zurückgekehrt ist.

Die eingangs erwähnte, namentlich von *Leone Olper* in Bologna, herrührende Verbesserung zielt darauf ab, die bei der *Webb & Thomson*schen Einrichtung nicht völlig hintangehaltene Möglichkeit, dass ein Zug irrtümlich ohne Zugstab seine Fahrt antritt, nahezu auszuschliessen. Zu dem Ende sollen in den Stationen zuvörderst Ein- und Ausfahrtsignale vorgesehen sein, deren Stellhebel mit Stromschliessern verbunden sind, durch welche die betreffenden Stromleitungen der Zugstabbehälter laufen und daselbst unterbrochen werden, so lange das Signal auf „*Freie Fahrt*“ steht, hingegen geschlossen bleiben, so lange das Signal „*Halt*“ zeigt. Jeder Signalhebel hat ferner einen besonderen, selbsttätig wirkenden Verschlussriegel, der nur mit Hilfe des betreffenden Zug-

stabes, welcher deshalb als Schlüssel von bestimmter Bartform ausgeführt ist, ausgehoben werden kann. Dieser Verschluss muss mittels des Zugstabes bei den Ausfahrtsignalen für jedes Umstellen von *Halt* auf *Freie Fahrt* und bei den Einfahrtsignalen umgekehrt, d. h. für jedes Umstellen von *Freie Fahrt* auf *Halt* vorher erst aufgesperrt werden. Das Ergebnis dieser Wechselwirkung lässt sich mit Hilfe der schematischen Darstellung einer Mittelstation (Fig. 4, 5 und 6), wo die Einfahrtsignale mit e_1 und e_2, die Ausfahrtsignale mit a_1 und a_2 bezeichnet sind, leicht verfolgen. Zu bemerken kommt vorher nur noch, dass in den Figuren die beiden Zugstabbehälter der Station für die anstossenden Strecken *I* und *II* bei s_1 und s_2 angedeutet sind, ferner, dass die stark ausgezogenen Linien die Gleisanlage, die gestrichelten hingegen, die zur Zugstabeinrichtung gehörenden zwei elektrischen Leitungen l_1 und l_2 vorstellen, welche in jeder Normallage der Weiche w_1 festgelegt wird. Diese Signalumstellung darf allerdings erst vorgenommen werden, wenn die Station auf telegraphischem oder telephonischem Wege oder, wie es bei den italienischen Einrichtungen dieser Art zu geschehen pflegt, durch ein am Zugstabbehälter erscheinendes, von einem Glockenzeichen begleitetes Scheibensignal Gewissheit erhält, dass für den zu erwartenden Zug der Zugstab bereits aus dem Behälter der Nachbarstation entnommen worden ist. Nach erfolgter Ankunft des ins Auge gefassten Zuges muss das Einfahrtsignal unbedingt wieder auf *Halt* gebracht werden, weil die Zugstableitung l_1 durch den umgelegten Hebel $h\,e_1$ unterbrochen ist und sonach eine Zugstabentnahme für die Strecke *I*, d. h. überhaupt jeder Verkehr auf *I* unmöglich wäre. Dank dieser Unmöglichkeit bliebe allerdings der in der Station angelangte Zug auch dann gedeckt, wenn die Einziehung des Einfahrtsignals ver-



Zwischenstation etwa an eine gemeinsame Batterie *b* und dann zur Erde anschliessen. Vorausgesetzt ist auch, dass die Weichen und Signale der Station von einem gemeinsamen Stellwerke aus gehandhabt werden, wo die Stellhebel in bekannter Weise auf mechanischem Wege gegenseitig von einander in Abhängigkeit gebracht sind.

Würden nun beispielsweise auf Grund der letztgedachten Anordnung im Stellwerk die von *I* kommenden Züge regelmässig links, d. h. auf die *Ausweiche* einzufahren haben, so wird man, um den Zügen dieser Richtung die Abfahrt zu gestatten, vor allem den Stellhebel $h\,w_2$ der Weiche w_2 umlegen, damit die letztere in die durch Fig. 5 gekennzeichnete Lage kommt. Nunmehr kann, soweit es die gewöhnliche Stellwerksverriegelung anlangt, der Signalhebel $h\,a_1$ auf *Freie Fahrt* gebracht werden, wenn er vorher mittels des Zugstabes der Strecke *II* aufgesperrt wird. Es hängt sonach die Erlaubnis zur Abfahrt unbedingt davon ab, dass der massgebende Zugstab auch wirklich dem Behälter s_2 entnommen worden ist. Da bei der Freistellung von *a*, übrigens durch den umgelegten Hebel *h a* (Fig. 5) die Zugstableitung l_2 unterbrochen wurde, ist hierdurch der Zwang geschaffen, dass das Ausfahrtsignal nach Abgang des Zuges wieder auf *Halt* zurückgebracht wird, weil anderenfalls kein weiterer Zugverkehr auf der ganzen Strecke *II* mehr stattfinden könnte.

Wäre von der Station z. B. ein von der Strecke *I* kommender Zug anzunehmen, so ist zuvörderst der Hebel he_1 umzulegen, wie es Fig. 6 zeigt, wobei gleichzeitig der Weichenhebel $h\,w_1$ im Stellwerk für die oben angeführte spätet oder verabsäumt würde. Für alle Fälle lässt sich dieselbe aber erst bewerkstelligen, nachdem mittels des mit dem Zuge eingetroffenen Zugstabes der Strecke *I* der weiter oben erwähnte Sonderverschluss des Signalhebels aufgesperrt worden ist, welche Nötigung es unmöglich macht, dass nach erfolgter Freigebung des Einfahrtsignals eine falsche, bezw. vorzeitige Umstellung der Weiche w_1 stattfinden könnte. Sollte etwa ausnahmsweise ein Zug, für dem das Einfahrtsignal bereits gezogen wurde, nicht eintreffen, weil er z. B. liegen geblieben ist oder zurückschieben musste u. dergl. oder wäre das erteilte Fahrsignal aus örtlichen Gründen von der Station wieder zurückzunehmen, so geschieht dies mit Hilfe eines Vorratschlüssels, der sich in der Station unter streng kontroliertem Bleisiegelverschlusse befindet und in solchen Ausnahmsfällen an Stelle des Zugstabes zum Oeffnen des Signalhebelverschlusses benutzt werden darf.

Gleichwie die eben geschilderten Abhängigkeiten auf der einen Seite der Station angeordnet worden sind, so bestehen sie auch auf der anderen Seite, und es ist wohl kaum mehr nötig, weitere Beispiele ausführlich vorzunehmen, um zu erhärten, dass mit Hilfe der Zustimmungskontakte und der mittels Zugstäben zu öffnenden Sonderverschlüsse, in Verbindung mit Signalstellwerken, allen nur immer wünschenswerten Sicherungsbedingungen unschwer Rechnung getragen werden kann. Selbstverständlich lässt sich die Einrichtung, wenn auch nicht so umfassend und bequem, so doch ebenfalls mit bestem Nutzen, auch in denjenigen Stationen verwerten, wo keine besonderen Weichen- und Signalstellwerke vorhanden sind. Ein gewisser, nicht zu unterschätzender Vorteil der

Einrichtung liegt schliesslich auch darin, dass sie mit einer namhaften Schonung der Zugstabbatterien verbunden ist.

Auf einigen elektrisch betriebenen Bahnen hat die *Webb & Thomson*sche Zugstabeinrichtung noch eine andere, wertvolle, Weiterung erfahren, indem durch Zustimmungskontakte, die von den Signal- oder Weichenstellhebeln gesteuert werden, und unter Zuhilfenahme der Zugstäbe den Zügen an jenen Stellen, welche nicht überfahren werden dürfen, der Zutritt des Betriebsstromes abgeschnitten wird. In besonders vollkommener und nachahmenswerter Durchführung finden sich derartige Sicherungsanlagen beispielsweise auf der eingleisigen elektrischen Vollbahn *Lecco—Sondrio—Chiavenna*, deren Stationen mit hydraulischen Weichen- und Signalstellwerken nach *Bianchi-Servettaz*scher Anordnung und mit einem Teile der oben betrachteten von *Leone Olper* angegebene Angliederung an die *Webb & Thomson*sche elektrische Zugstabeinrichtung versehen sind. Hier hat man nämlich die den Zugförderungsstrom zuführende Arbeitsleitung überall in Stücke zerlegt, die nur bedingungsweise mit der Speiseleitung verbunden werden, d. h. jedes einzelne Gleis der Stationen hat zwischen den beiden Endweichen seine eigene getrennte Arbeitsleitung, ebenso die Stücke der laufenden Bahn von der Hauptweiche bis zum vorgeschobenen Einfahrtsignal (Distanzsignal). Diese Leitungsstücke erhalten nur dann den zur Zugförderung erforderlichen Betriebsstrom, wenn die Anschlussverbindung zur Speiseleitung hergestellt ist. Diese Verbindung läuft jedoch durch ähnliche Zustimmungskontakte, wie sie eingangs in Betracht gezogen worden sind, und ist sonach von der richtigen Lage der Hebel im Signal- und Weichenstellwerke abhängig gemacht. Auf diese Weise wird den Zügen, wenn die einschlägigen Signale nicht *freie Fahrt* gestatten, oder falls die für die Zugsfahrt in Frage kommenden Weichen nicht richtig eingestellt wären, überhaupt die Möglichkeit benommen, den Gefahrpunkt zu überfahren, weil sie infolge der in einem massgebenden Zustimmungskontakte bestehenden Unterbrechung keine Triebkraft vorfinden.

(Fortsetzung folgt.)

Herstellung der elektrischen Glühlampe.

Einleitung. Das Prinzip der elektrischen Glühlampe beruht bekanntlich auf der Temperaturerhöhung eines stromdurchflossenen Drahtes.

Die ersten praktischen Versuche geschahen im Jahre 1844 durch den englischen Ingenieur *de Moleyns* mit einer in eine Kristallkugel eingeschlossenen Platindraht-Spirale. Diese Versuche, die 1847 durch *Pétrie* und 1858 durch *M. de Chanzy* wieder aufgenommen wurden, hatten nur wenig Erfolg: Man erhielt ein schönes Licht erst dann, wenn die Temperatur so hoch gestiegen war, dass das Platin beinahe schmolz. Selbst mit den feuerbeständigsten Metallen erzielte man keine besseren Erfolge, da jedes zufällige Anwachsen des Stromes ein Durchschmelzen des Drahtes herbeiführte. *Edison* suchte diesem Uebelstande abzuhelfen mit Hilfe eines automatisch arbeitenden Regulators in Form eines Widerstandes; jedoch war die Anordnung umständlich und nicht im Stande, das mehr oder weniger rasch eintretende Reissen des Platindrahtes zu verhindern.

Auch die Anwendung von kleinen Stäbchen aus Retortenkohle, die *King und Starr* im Jahre 1845 versuchten, hatte keinen Erfolg; die Stäbchen waren zwar unschmelzlich, dagegen zerstäubten und verbrannten sie allmählich.

In den Jahren 1873 bis 1876 stellten die russischen Physiker *Lodiguyne*, *Koslau*, *Kohn* und *Boulignine* einige Modelle von Glühlampen her mit einem Kohlenfaden in einer geschlossenen Glocke.

Erst die Entdeckung *Edisons* bei seinen Versuchen mit Platin brachte die Lösung des Problems; er fand, dass Platin, wenn es im luftleeren Raume zum Glühen gebracht wurde, physikalisch verändert wurde, indem das in seinen Molekülen eingeschlossene Gas entwich, und das Metall dadurch viel härter und elastischer wurde. Er bemerkte auch die wichtige Tatsache, dass verkohlte Pflanzenfasern ebenso behandelt, die gleichen Eigenschaften annahmen.

Obgleich so der springende Punkt erkannt war, blieben doch noch genug andere Schwierigkeiten zu überwinden. Man musste sehr feine, gleichmässige Kohlefäden herstellen; auf einfache und billige Weise ein beinahe vollkommenes Vakuum erzeugen, wie man es bisher nur sehr schwierig in den besten Laboratorien erhalten konnte; die beiden Enden des Kohlefadens mit dem äusseren Stromkreis verbinden, ohne dass die Verbindungsstellen sich leicht erhitzten oder zerstört wurden; endlich die Lampe so luftdicht abschliessen, dass die Luft auch nicht durch die Einführungsstellen der Drähte, die sich infolge der Erwärmung stetig ausdehnten und zusammenzogen, eindringen konnte.

Alle diese Schwierigkeiten sind überwunden worden, und heutzutage bildet die Herstellung der Glühlampen mit verkohlten Cellulosefäden einen eigenen Industriezweig, den wir etwas näher betrachten wollen.

Beschreibung der Glühlampe. Eine elektrische Glühlampe besteht in der Hauptsache aus einem Kohlefaden in einer luftleeren Glasbirne. Der Faden muss ausserordentlich fein sein; für eine 10kerzige Lampe bei 110 Volt, hat er einen Durchmesser von 0,05 mm und ein Gewicht von 0,0014 gr. Am Sockel der Lampe ist aus Kupferblech eine Fassung angebracht, die eine bequeme Verbindung mit der Stromzuleitung ermöglicht. Der Kohlefaden selbst wird nicht nach aussen geführt, sondern an Metalldrähte angeschlossen, die aus drei verschiedenen Metallen (Nickel, Platin, Kupfer) bestehen. In den Lampen von *Edison* wurde der Kohlefaden unmittelbar an das Platin durch einen galvanoplastischen Kupferniederschlag angeschlossen; heutigentags macht man aus Billigkeitsgründen das Platin nur so lang, dass es durch das Glas hindurchgeht, und verwendet als Anschluss im Inneren Nickeldrähte, aussen Kupferdrähte.

Selbsttätiges Schweissen der Drähte. Um eine Glühlampe herzustellen, lötet man zuerst vor einer Stichflamme an die kleinen Platindrähte einen Nickel- und einen Kupferdraht; legt zwei solche Stücke in ein Glasrohr, erweitert dieses vor der Lötflamme zu einem Trichter, während man das andere zylindrische Ende mit einer Zange so abplattet, dass die beiden Platindrähte eingeschlossen sind. Da das Platin ungefähr den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten wie das Glas hat, verhütet man, dass an der Einführungsstelle Luft eindringen kann.

Zweckmässig wird man sich noch überzeugen, ob überall gutleitende metallische Verbindung besteht, indem man die Drähte in den Stromkreis einer kleinen elektrischen Lampe schaltet und an deren Aufleuchten erkennt, dass keine Unterbrechungsstelle vorhanden ist.

Die Herstellung und Installation des Glühfadens. Der Faden muss sehr dünn sein und hohen Widerstand besitzen, um glühend zu werden, sehr fest sein, um bei der Ausdehnung nicht zu brechen, sehr feuerbeständig, um weder zu schmelzen noch zu verdampfen. Einen solchen Faden erhält man, indem man Cellulose — eine Substanz, die in fast reinem Zustande im Papier, Baumwolle, Holz und vegetabilischen Stoffen vorkommt — in einer Lösung von Chlorzink auflöst. Man verwendet die Cellulose und ihr Lösungsmittel in folgenden Verhältniszahlen:

Zigarettenpapier, Reisstroh, Filtrierpapier, Baumwolle, reine Cellulose	5 g
Reines neutrales Chlorzink	100 „
Destilliertes Wasser	50 „

Auf diese Weise erhält man eine syrupartige zähe Flüssigkeit, ähnlich dem Kollodium. Dieselbe wird langsam und vorsichtig erwärmt, ohne dass sie ihre graublaue Farbe in ein Braun verwandeln darf. Diese breiartige Masse presst man durch ein Drahtnetz und erhält so blaue Fäden, die man in 90 v. H. Methylalkohol fallen lässt. Diese Fäden, denen man verschiedene Formen geben kann, sehen nach dem Trocknen aus wie Pferdehaare. Die ganze Herstellung erinnert an die der künstlichen Seide.

Um die Enden des Fadens mit den Nickeldrähten zu verbinden, benutzt man folgende Erscheinung: wenn man in einen flüssigen Kohlenwasserstoff, wie Petroleum, einen heissen Draht eintaucht, schlägt sich die Kohle des Kohlenwasserstoffes auf dem Faden nieder und zwar in gegebener Zeit umsomehr, je höher die Temperatur ist.

Der Löteapparat besteht aus einem kleinen mit Petroleum gefüllten Metallzylinder, dessen Deckel im Inneren eine Vorrichtung trägt, um die 4 Enden des Fadens und der Drähte zusammenzuhalten, aussen sind 2 Klemmen, um den Strom zuzuführen. Dadurch, dass sich an der Verbindungsstelle Kohle niederschlägt, wird das Löten bewirkt. Man beginnt mit schwachem Strom, und steigert ihn allmählich, bis ein genügender Niederschlag entstanden ist.

Die bei dieser Arbeit entstehenden Petroleumdämpfe sind für

die Arbeiter sehr schädlich, sodass in diesem Raume besonders für gute Lüftung zu sorgen ist.

Verstärken des Fadens. Nachdem der Faden auf den Zuleitungen befestigt ist, muss er durch einen Niederschlag von Kohle auf seiner ganzen Länge verstärkt werden, damit er kräftiger wird, und einen gleichmässigen Querschnitt, sowie eine feste gleichmässige Oberfläche erhält. Dies geschieht, indem man den Faden in eine kohlenwasserstoffhaltige Atmosphäre bringt und ihn von einem Strom durchfliessen lässt; dabei erwärmen sich die schwachen Stellen wegen ihres höheren Widerstandes stärker. Der Kohlenwasserstoff wird zerlegt und die Kohle schlägt sich gerade an den schwächsten Stellen am meisten nieder. Dieser Niederschlag bildet eine glänzende Schicht mit einem hohen Ausstrahlungsvermögen, gleichzeitig entfernt die hohe Temperatur das in den Molekülen eingeschlossene Gas und macht so den Faden noch fester.

Gewöhnlich besteht der Apparat aus einer Glasglocke auf einer Kautschukplatte. Im Inneren werden 1—2 Fäden an die Klemmen eines elektrischen Stromes angelegt. Ein Dreiweghahn verbindet das Innere einmal mit einer Luftpumpe, einmal mit einem Gasbehälter, ein anderer Hahn lässt die äussere Luft eintreten.

Zunächst lässt man die Luft durch die Pumpe verdünnen, dann das Gas einströmen und den Faden durch den elektrischen Strom zum Glühen bringen. Durch den Niederschlag verringert sich der Widerstand des Fadens allmählich, und bei gegebener Spannung steigt der Strom an. Es ist nun Sorge getragen, dass der Strom selbsttätig unterbrochen wird, sobald der Widerstand sich bis zu einer gegebenen Grösse verringert hat.

Widerstandsmessung des Fadens. Der Faden wird auf seinen Widerstand geprüft in der *Wheatstone*schen Brückenkombination mit sehr empfindlichem Galvanometer.

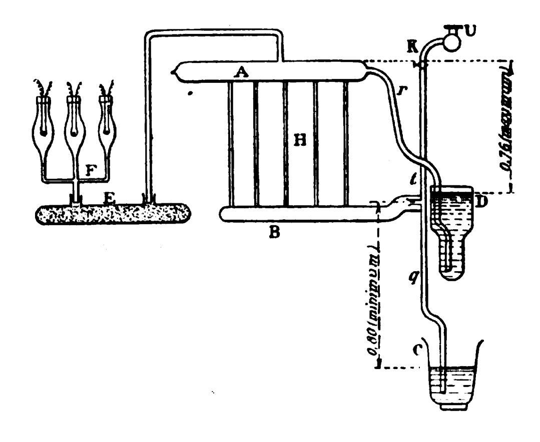
Vorbereiten der Glasbirne zum Auspumpen. An den kleinen Glastrichter, dessen Boden den Faden trägt, wird eine Glasbirne angeschmolzen vor der Stichflamme eines Gebläses, sodann gegenüber dem Sockel der Lampe eine Glasröhre, die es gestattet, die Birne an die Quecksilberpumpe anzuschliessen.

Auspumpen der Lampe. In Frankreich wird zum Auspumpen meistens die Quecksilberpumpe von *Sprengel* benützt, die ununterbrochenen Betrieb gestattet. Die Luftverdünnung muss bis auf ein hundertstel Millimeter Quecksilber getrieben werden.

Die schematische Darstellung dieser Pumpe ist in nebenstehender Figur gegeben. Bei F sind die auszupumpenden Lampen mit ihren Glasröhren angeschmolzen. E ist ein Behälter mit Phosphorsäureanhydrit, ein Stoff, der die Feuchtigkeit der Luft aufnehmen soll; A und B sind Glasbehälter, die unter sich mit Kapillarrohren in Verbindung stehen; C und D sind Quecksilberbehälter. Die Wirkungsweise der Pumpe ist die folgende: bei U ist eine gewöhnliche Luftpumpe angeschlossen. Ist das Vakuum bereits bis zu einem gewissen Punkte fortgeschritten, dann fliesst Quecksilber aus dem Behälter D, der natürlich nicht mehr als 76 cm unter A stehen darf, nach A und fällt durch die Kapillarrohre nach dem Behälter B und fliesst nach dem Behälter C, der natürlich mehr als 76 cm unter B stehen muss. Das Herunterfallen des Quecksilbers in den engen Rohren befördert das Auspumpen das Glasbirnen. Ein Quecksilbermanometer aber gestattet die bereits erreichte Luftleere zu beurteilen. Von Zeit zu Zeit werden die Lampen mit einer Gasflamme erwärmt, wodurch die Entfernung des eingeschlossenen Gases erleichtert wird.

Die *Sprengel*sche Pumpe hat den grossen Nachteil, dass die Arbeiter sehr leicht sich Quecksilbervergiftungen zuziehen. Ausserhalb Frankreich verwendet man daher lieber die Pumpe von *Maliynani*, bei der die Ventile unter Oel arbeiten, und die ein beinahe ebenso gutes Vakuum ergibt, wie die *Sprengel*sche, ohne deren Nachteile zu besitzen.

Das Auspumpen soll nicht blos die Luft aus den Glasbirnen entfernen, sondern auch das in dem Kohlefaden befindliche Gas, da die Kohle die Eigenschaft hat, mehr Gas, als ihr eigenes Volumen beträgt, absorbieren zu können. Diese Luft muss entfernt werden, einerseits, da sonst der Faden unter der Wirkung des Stromes verbrennt, andererseits, da der Faden auch durch die mechanische Einwirkung der Luft zerstäubt, denn beim Schliessen des Stromes wird die Luft infolge der Erwärmung gewaltsam ausgetrieben, und reisst dabei kleine Stäubchen Kohle mit sich, die als schwarzer Niederschlag am Glas wieder zum Vorschein kommen. Dieser Vorgang wiederholt sich, da die Kohle beim Ausschalten das Gas wieder ansaugt, beim jedesmaligen Stromschluss und muss daher bald den Faden zerstören.



Die Prüfung der Lampen auf die Luftleere geschieht mit einem Induktionsapparat. Wenn die Lampe das richtige Vakuum besitzt, dann erscheint das elektrische Licht in der Lampe in Form von glänzenden Streifen, die abwechseln mit dunkeln Stellen.

Befestigen des Sockels der Lampe. Die beiden Kupferdrähte, die aus der Lampe herauskommen, müssen noch an zwei Kupferplättchen angelötet werden, und diese selbst je nach der gewünschten Fassung bearbeitet werden.

Photometrierung. Die einzelnen fertigen Lampen werden meist mit dem Bunsenphotometer gemessen. Mit Vorteil kann man auch die elektrische Energie messen, die zuzuführen ist, um eine bestimmte Helligkeit hervorzubringen.

Lampen mit mattem Glase werden hergestellt, indem man die fertige Lampe durch ein Sandstrahlgebläse mattiert.

Das Ueberziehen eines Teiles der Lampe mit einem Spiegel als Reflektor wird meist in eigenen Fabriken ausgeführt.

(Nach Le génie civil. S. 121.)

Kleinere Mitteilungen.

Ueber die Wirkung eines Stahlzusatzes beim Schmelzen von Eisen im Cupolofen.

Es ist eine bekannte Tatsache, dass ein Stahlzusatz beim Schmelzen von Eisen im Cupolofen die Festigkeit des erhaltenen Gusses erhöht. Bis zu welchem Grade dies der Fall ist, und welches die günstigste Zusatzmenge ist, dürfte dagegen weniger bekannt sein. Um Genaueres hierüber zu erfahren und zu sehen, ob sich nicht ein Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Kohlenstoff im Eisen und seiner Zugfestigkeit finden lässt, sind die in nachstehender Tabelle (die neuerdings in „The Foundry“ veröffentlicht wurde) angegebenen Versuche gemacht worden. —

Die Zahlen über Zug- und Biegungsfestigkeit sind Durchschnittswerte von 2 bis 3 Versuchsstäben. Zur Bestimmung der Zugfestigkeit dienten Stäbe von 28,6 mm Durchmesser, zur Bestimmung der Biegungsfestigkeit Vierkantstäbe von 25,4 mm Querschnittkante, deren Auflager 305 mm von einander entfernt waren.

Der Hauptgesichtspunkt bei der folgenden Zusammenstellung war, den Siliciumgehalt bei den Versuchen jeder Gruppe ungefähr auf gleicher Höhe zu halten.

Aus der Tabelle ergibt sich z. B., dass No. 1 und No. 2 nur einen verhältnismässig geringen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung zeigen, mit Ausnahme von Mangan und Graphit. Wenn das Mangan in No. 1 günstig auf die Festigkeit des Stabes eingewirkt haben sollte, so liesse sich die höhere Festigkeit von No. 2 nur durch den geringeren Gehalt an Graphit oder durch den Stahlzusatz erklären.

Vergleicht man in der Gruppe II die Schmelzungen No. 3—7, so findet man ein Ansteigen der Festigkeit bei gleichzeitiger Zunahme des Stahlzusatzes und Abnahme des Gesamtgehaltes an Kohlenstoff. Eine Ausnahme macht allerdings No. 7, wo $37^1/_2$ v. H. Stahl zugesetzt wurden und der Gesamtgehalt an Kohlenstoff niedriger war, als bei irgend einem anderen Versuch; trotzdem zeigt dieser Stab eine geringere Festigkeit, als No. 5 und No. 6. Da dies jedoch ein vereinzelter Fall ist, so darf man ihn kaum als Beweis dafür ansehen, dass ein Stahlzusatz von $37^1/_2$ v. H. nicht mehr gut ist. Bei No. 11 mit ebenfalls $37^1/_2$ v. H. Stahlzusatz und einem grösseren Kohlenstoffgehalt als No. 7 zeigt sich eine etwas höhere Festigkeit.

Ein Blick auf die Gruppe III, No. 8—11 zeigt, dass No. 9, obgleich $12^1/_2$ v. H. Stahl zugesetzt wurden, keine grössere Zug-

Tabelle.

Gruppe	Schmelzung No.	Silicium v. H.	Schwefel v. H.	Phosphor v. H.	Mangan v. H.	Gebundener Kohlenstoff v. H.	Graphit v. H.	Gesamt-Kohlenstoff v. H.	Stahlzusatz v. H.	Zugfestigkeit kg/qmm	Biegungsfestigkeit kg/qmm
		Gehalt des Gusseisens an									
I	1	1,43	0,047	0,564	0,82	0,67	3,14	3,81	—	16,20	32,2
I	2	1,50	0,065	0,532	0,33	0,64	2,44	3,08	25	21,40	35,9
II	3	1,76	0,062	0,488	0,53	0,51	3,12	3,63	—	15,57	30,9
II	4	1,76	0,139	0,515	0,57	0,43	2,94	3,37	$12^1/_2$	19,00	35,0
II	5	1,77	0,069	0,339	0,49	0,56	2,87	3,43	$12^1/_2$	22,80	39,5
II	6	1,83	0,100	0,610	0,55	0,51	2,44	2,95	25	25,80	41,5
II	7	1,75	0,089	0,598	0,35	0,74	2,12	2,86	$37^1/_2$	21,20	39,6
III	8	1,96	0,104	0,446	0,44	0,63	3,18	3,81	—	15,40	28,2
III	9	2,12	0,037	0,410	0,26	0,38	3,26	3,64	$12^1/_2$	15,38	31,2
III	10	2,16	0,060	0,315	0,20	1,06	2,30	3,36	$12^1/_2$	18,44	33,8
III	11	1,97	0,093	0,470	0,48	0,57	2,83	3,40	$37^1/_2$	22,80	38,6
IV	12	2,35	0,061	0,515	0,56	0,54	3,40	3,94	—	15,44	27,8
IV	13	2,53	0,104	0,490	0,54	0,60	2,56	3,16	25	23,44	36,0
IV	14	2,36	0,064	0,327	0,24	1,08	2,15	3,23	25	22,20	40,5

festigkeit besitzt, als No. 8, wo sich kein Stahlzusatz findet. No. 10 mit 1,06 v. H. gebundenem Kohlenstoff und $12^1/_2$ v. H. Stahl zeigt eine geringere Festigkeit, als man erwarten sollte. Vor dem Schmelzen besassen alle 4 Güsse ungefähr den gleichen Mangangehalt von 0,5 v. H. Da nun No. 9 und No. 10 bedeutend weniger Mangan aufweisen, als No. 8 und 11, so ist die geringere Festigkeit der ersteren darauf zurückzuführen, dass das Schmelzen ihren Mangangehalt so sehr reduzierte.

Schliesslich lassen in Gruppe IV, No. 13 und No. 14, ein erhebliches Ansteigen der Festigkeit gegenüber No. 12 erkennen. —

Im allgemeinen ergibt sich, dass alle Proben von Güssen mit 25 v. H. Stahlzusatz fester sind, als diejenigen mit nur $12^1/_2$ v. H. Eine Ausnahme bildet nur No. 5, die fester ist als zwei der Proben mit 25 v. H. Stahl.

Die Versuche wurden mit Roheisen, Ferrosilicium und Stahlspähnen angestellt; Gusseisenspähne wurden nicht verwandt, um eine bessere Kontrolle über den Gehalt an den einzelnen Elementen im Eisen zu haben. In einigen Fällen, wenn viel Stahl zugesetzt wurde, musste man Ferrosilicium zufügen, um den Gehalt an Silicium auf die gewünschte Höhe zu bringen. Um festzustellen, wie Ferrosilicium und Stahl sich mit dem Roheisen mischten, wurden von No. 13 zwei Proben entnommen. Das ganze enthielt 500 kg Stahl, 200 kg Ferrosilicium (mit 8,5 v. H. Silicium) und 1300 kg Roheisen. Von dem Guss wurden aus dem Cupolofen zu verschiedenen Zeiten Proben entnommen, von denen eine 2,53 v. H. und eine andere 2,54 v. H. Silicium aufwies. — Zwei in gleicher Weise von der No. 11 genommene Proben hatten 1,97 v. H. und 1,94 v. H. Silicium, wobei die Charge sich zusammensetzte aus 750 kg Stahl, 225 kg Ferrosilicium und 1025 kg Roheisen. — Proben vom Guss No. 2 mit 500 kg Stahl und 1500 kg Roheisen zeigten 1,50 v. H. und 1,52 v. H. Silicium. Diese drei Fälle geben hinreichend den Beweis, dass Roheisen, Stahl und Ferrosilicium sich innig gemischt haben. —

Obgleich die Versuche nur in geringer Zahl gemacht worden sind, so zeigen sie doch, dass ein Stahlzusatz von 25 v. H. die Festigkeit um ungefähr 50 v. H., ein solcher von $12^1/_2$ v. H. sie um ungefähr 25 v. H. erhöht. Die Proben mit $37^1/_2$ v. H. Stahl weisen kaum eine grössere Festigkeit auf, als die mit 25 v. H. Hiernach scheint die Grenze des für die Erhöhung der Festigkeit günstigsten Stahlzusatzes zwischen 25 und $37^1/_2$ v. H. zu liegen.

A. K.

Eisemanns magnet-elektrischer Zündapparat für ein- und mehrzylinderige Motoren.

Bei diesem Apparat war der Grundgedanke massgebend, die Vorteile der „magnet-elektrischen-“ und die der „Akkumulatorenzündung miteinander zu vereinigen.

Wie Fig. 1 zeigt, besteht der Apparat aus zwei getrennten Teilen, und zwar dem Magnetinduktur *m* und der Transformatorspule *i*.

Ersterer ist eine gewöhnliche Wechselstrommaschine, in deren Anker *a* Stromstösse von niedriger Spannung erzeugt, und dann in die primäre Wicklung *p* der Transformatorspule *i* geleitet werden.

Um nun die zum Ueberspringen der Zündfunken an der Zündkerze nötige hohe Spannung in der sekundären Wicklung *s* zu erzielen, wird im Augenblick des Zündzeitpunktes der für gewöhnlich bestehende Kurzschluss *k* des Ankers durch die Nocken der Scheibe *n* aufgehoben, hierdurch fliesst der in diesem Augenblick in der Ankerwicklung entstehende Selbstinduktionsstrom zusammen mit dem Ankerstrom durch die primäre Wicklung *p* der Spule *i*, und bringt in der sekundären Wicklung *s* den Zündfunken hervor. Durch das passend gewählte Verhältnis der Wicklungen *p* und *s* der Transformatorspule entsteht ein heisser flammiger Funke, welcher auch bei hoher Kompression im Zylinder genügend Spannung besitzt, um stets sicher und genau bei der gewünschten Kolbenstellung überzuspringen, was auf die Nutzleistung, wie Versuche erwiesen haben, von wesentlichem Einfluss ist.

Bei dem Vierzylindermotor werden, wie Fig. 1 zeigt, die Zündfunken durch eine mit dem Stromerzeuger *m* synchron

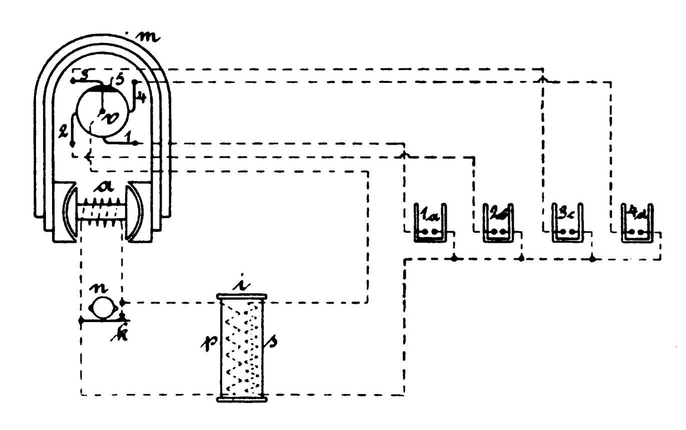


Fig. 1.
Schaltungsschema für Vierzylindermotoren.

laufende Verteilerscheibe *v* durch Vermittelung der Schleifhebeln *1*, *2*, *3* und *4*, die abwechselnd den Kupferring *5* berühren, in die einzelnen Zylinder *1a*, *2b*, *3c* und *4d* geleitet. Bei Einzylindermotoren dagegen gelangen die Funken, wie Fig. 2 zeigt, ohne Weiteres zu Kerze *b*.

Ein grosser Vorzug dieser Zündung ist der, dass, wie eingangs erwähnt, in der Ankerwicklung nur Ströme von verhältnismässig niedriger Spannung kreisen, während die Erzeugung der zum Ueberspringen der Funken nötigen hohen Spannung in die leicht und sicher zu isolierende Spule *i* verlegt ist.

Durch diese Anordnung wird das bei der gewöhnlichen magnet-elektrischen Zündung schon beobachtete, durch die Schwierigkeit einer sicheren Ankerisolation für hohe Spannungen bedingte häufige Durchschlagen der Ankerwicklung vermieden.

Fig. 2.
Schaltungsschema für Einzylindermotoren.

Die Verstellung des Zündzeitpunktes, zum Zwecke der Vor- oder Nachzündung erfolgt in der Weise, dass die Stellung der Induktorwelle gegenüber derjenigen der Kurbelwelle geändert wird.

Zu erwähnen ist noch, dass hier keine besonderen Zündkerzen nötig sind, sondern jede im Handel befindliche Kerze ohne weiteres verwendet werden kann.

K.

Mehrphasen-Motoren für veränderliche Geschwindigkeit.

Bei verschiedenen Verwendungsarten der Mehrphasen-Motoren, wo ein häufiges Wechseln der Geschwindigkeit verlangt wird, also insbesondere bei Bahnbetrieben mit vielen Stationen unterscheiden sich die Mehrphasen-Motoren in sehr ungünstiger Weise von den Gleichstrom-Motoren, weil sie bei veränderter Umdrehungszahl nur mit sehr ungünstigem Wirkungsgrade arbeiten. Die Kaskadenschaltung solcher Motore hat diesen Uebelstand vermindert: von 2 auf einer Achse befestigten Motoren geht der im ersten Motor induzierte Strom in den induzierenden Teil des zweiten Motors. Die Leistung des Aggregates ist gleich der Hälfte der Leistung der getrennten Motore, die Tourenzahl auch gleich der Hälfte der normalen Geschwindigkeit. *M. Danielson* hat neuerdings dem amerikanischen Institut der Elektro-Ingenieure eine Abänderung der Kaskadenschaltung vorgelegt, die es gestattet, mit 2 Motoren 4 Geschwindigkeitsstufen zu erreichen. Die beiden Motore sind nicht gleich, sondern für verschiedene Geschwindigkeiten; hat der eine Motor z. B. 6, der andere 4 Pole, so erhielt man bisher bei 50 Perioden folgende 3 Geschwindigkeitsstufen:

1500 Touren für den 4 poligen Motor allein (der 6 polige läuft leer).
1000 „ „ „ 6 „ „ „ („ 4 „ „ „).
600 „ als kombinierte Geschwindigkeit für beide Motoren in Kaskadenschaltung.

Sind beide Motore für die gleiche Leistung etwa 50 PS, so ergibt auch die Kombination in allen 3 Fällen 50 PS. Die vierte von *M. Danielson* vorgeschlagene Schaltung ist die folgende: Angenommen die beiden Motore seien so geschaltet, dass ihre Drehmomente anstatt im gleichen Sinne zu wirken, einander entgegengesetzt seien, so würde die Kombination, die wir etwa als Differenzial-Kaskadenschaltung ansprechen könnten, ein Drehmoment liefern, gleich der Differenz der einzelnen Drehmomente. Beide Motore haben 50 PS, der eine besitze 10, der andere 4 Pole; ihre Läufer seien auf einer Achse befestigt. Setzt man das Drehmoment des 4 poligen Motors mit 1500 Touren gleich der Einheit, so ist das des 10 poligen Motors mit 600 Touren gleich 2,5 und das resultierende Drehmoment gleich 1,5 im Sinne des 10 poligen Motors. Die Geschwindigkeit beträgt 1000 Touren oder mit anderen Worten, die Leistung ist ebenfalls 50 PS.

Man erhält jetzt folgende 4 Geschwindigkeitsstufen:

1500 Touren für den 4 poligen Motor allein.
1000 „ „ die Kombination in Differential-Kaskadenschaltung.
600 „ „ den 10 poligen Motor allein.
428 „ „ die gewöhnliche Kaskadenschaltung.

Die 2 primären Systeme können in einem Gehäuse untergebracht werden. Die induzierten Systeme sitzen auf derselben Welle. An Stelle dessen könnte man zweierlei Vorgelege verwenden und die Motore gleichpolig machen.

Bei Verwendung für Bahnen erhält man so bei 4 Geschwindigkeiten vorteilhaften Betrieb, man kann die Geschwindigkeit von einem gewissen Minimalbetrag bis zum dreifachen Betrage steigern.

Um der Schwierigkeit zu entgehen, Motore zu verwenden, deren Drehmoment sich wie 1 : 2,5 verhalten, schlägt *M. Danielson* vor, einen Motor in Kaskadenschaltung mit 2 bis 3 anderen parallel geschalteten Motoren zu vereinigen. So würde man z. B. auf einer Lokomotive mit 4 Achsen drei Motore mit viel geringerer Geschwindigkeit als den vierten und für den 3. Teil der Leistung des letzteren anbringen.

Beim Vergleiche dieses Systems mit in Serie geschalteten Gleichstrommotoren ergibt sich, dass, gleichen Wirkungsgrad bei normalem Betriebe vorausgesetzt, der grössere Vorteil auf Seite der Kaskadenschaltung liegt.

Ueber die Anwendung des flüssigen Brennstoffes „Liquid Fuel" als Brennmaterial für Schiffe

berichtet Dozent *Giulio Morpurgo* in der Oesterreichischen Chemiker-Zeitung Jahrg. V Nr. 24. Das „Liquid Fuel" ist eine braune, dickflüssige ölartige Masse von petroleumartigem Geruch. Dieselbe wird aus den Rückständen gewisser Naphtasorten bezw. aus den letzten Fraktionen der Naphtadestillation durch Reinigung mittels gespannten Dampfes und Entfernung des darin enthaltenen Schwefels gewonnen. In dünner Lage ist Liquid fuel durchsichtig, Dichte bei 15° C 0.922—0.935, Entzündungstemperatur 80—95° C., Brennpunkt bei 110° C. Es entwickelt bei der Verbrennung ungefähr 10 000 Kalorien. Die Verwendung der flüssigen Naphtarückstände als Brennmaterial für Dampfer ist schon alt, hat sich jedoch bisher hauptsächlich nur auf die Schiffe des Kaspischen Meeres erstreckt.

In neuester Zeit hat die Londoner Firma *Samuel & Co.* das Interesse auf diesen Brennstoff gelenkt. Die mit demselben als Heizmaterial angestellten Versuche haben sehr günstige Ergebnisse geliefert. Der hierbei benutzte Dampfer war anfänglich für Kohlenfeuerung eingerichtet und ist erst später für die Feuerung mit Liquid fuel umgebaut worden. Jedoch hat hierdurch die Dampfmaschine selbst keine Aenderungen erleiden müssen. Dieselbe ist mit dreifacher Expansion versehen und entwickelt 1541 effective und 299 nominelle PS., die normale Geschwindigkeit ist 9—11½ Seemeilen in der Stunde. Im Kesselraume befinden sich drei Röhrenkessel, welche mit Liquid fuel geheizt werden. Ueber die ganze Anlage berichtet Verf. folgendes: Die Speisung geschieht selbsttätig mittels eigener Injektoren; die Anwendung der letzteren ist unbedingt notwendig, da der Brennstoff bei gewöhnlicher Temperatur nicht brennbar und ferner auch zu dickflüssig ist, um ohne Zerstäubung verbrannt zu werden. Die Zerstäubung wird mittels Dampf bewirkt, und zwar in einem doppelwandigen Injektor, der einerseits mit dem Brennstoffreservoir, andrerseits mit dem Dampfkessel in Verbindung steht. Eine Reihe gleicher Injektoren (10—12) sind an den Kesselwänden in der Weise angebracht, dass die Flammen unmittelbar die Kesselwände bestreichen. Die für die Zerstäubung nötige Dampfmenge entspricht laut Angabe 0.2 engl. Pounds in der Stunde und für je 1 PS, bei einem Drucke von 30 Pounds auf den Quadratzoll (2,1 kg/qcm). Die Verbrennung geht, wenn richtig geregelt, rauchlos vor sich.

Nach den Angaben des Verfassers besitzt diese Art Heizung eine ganze Reihe sehr grosser Vorteile. Schon die Zeit und Geld kostende, dabei wenig reinliche Uebernahme der Kohlen fällt gänzlich weg, während die Verladung von Liquid fuel sehr rasch und bequem durch Pumpen erfolgen kann. Da ferner Liquid fuel rauchlos verbrennt, so lässt sich auch in den Kesselräumen ständig eine ausserordentliche Reinlichkeit erzielen. Der bei Verwendung dieses Brennmaterials auftretende schwache Petroleumgeruch lässt sich bei guter Lüftung der Kesselräume vermeiden. Ferner wird durch die selbsttätig vor sich gehende Speisung der Herde der Betrieb sehr vereinfacht. Die Aufbewahrung des Liquid fuel ist sehr bequem. Dasselbe kann infolge seiner Konsistenz mittels Röhren leicht auf beliebige Entfernungen übertragen werden und können infolgedessen auch die Behälter im Gegensatz zur Kohlenfeuerung an irgend einer beliebigen Stelle des Schiffes untergebracht werden. Nicht zu unterschätzen ist ferner der Umstand, dass sich die Kosten bei Verwendung von Liquid fuel als Heizmaterial verbilligen. So verbrauchte das umgebaute Versuchsschiff bei einer Entwicklung von 1541 PS bei voller Ladung und 10 Seemeilen in der Stunde Fahrgeschwindigkeit, in 24 Stunden 20½ Tonnen, während früher zur gleichen Leistung 24—25 Tonnen englischer Ia Steinkohle nötig waren. Noch besser gestalteten sich die Verhältnisse bei solchen Schiffen, welche von vornherein zur Verfeuerung von Liquid fuel eingerichtet waren; dieselben verbrauchten nämlich bei der gleichen Leistung und in derselben Zeit nur 17—18½ Tonnen. Die „Shell Line", deren Schiffe jetzt fast durchweg Liquid fuel verfeuern, haben bereits hierdurch in ihrem Betriebe eine Ersparnis von 5—10 % zu verzeichnen gehabt. Der Preis von Liquid fuel schwankt heute zwischen 30—35 Shillings für die Tonne. *Hcp.*

Sauggenerator-Gasmotorenanlagen in landwirtschaftlichen Betrieben.

Ueber diese neueste Errungenschaft der produktiven Technik berichtet *Conrad Meissner* in der Landwirtschaftlichen Presse XXX. Jahrg. Nr. 10. Hiernach sind diese Sauggasanlagen aus den sogenannten *Dowson*-Gasanlagen hervorgegangen. Im Gegensatz zu den letztgenannten Gasanlagen, die aus einem Dampfkessel, einem Generator, den nötigen Reinigungsapparaten, einem Gasometer und dem Betriebsmotor bestehen, fallen bei den modernen Sauggeneratorgasanlagen, Gasometer und Hochdruckdampfkessel fort. Ein weiterer Unterschied besteht in der Gasfabrikation selbst. Während nämlich bei den *Dowson*-Gasanlagen die Gaserzeugung in der Weise stattfindet, dass der entzündeten glühenden Kohlensäule Luft und Dampf unter Druck zugeführt wird, wird bei den modernen Sauggeneratorgasanlagen Luft und Wasserdampf durch die glühende Kohlensäule hindurchgesaugt, und zwar bewirkt diese Saugwirkung der Motor selbst. Die Vorteile dieses Systems liegen klar auf der Hand, als immer nur soviel Gas erzeugt wird als der Motor verbraucht und infolgedessen das Ansammeln einer grösseren Gasmenge und damit eine Explosionsgefahr ausgeschlossen ist. Bei Benutzung von Anthrazit-Kohlen mit einem Heizwert von 8000 Kalorien setzt sich das so erzeugte Heizgas aus 23 v. H. CS, 17 v. H. H, 2 v. H CH_4, 6 v. H. Co_2, 52 v. H. M zusammen und besitzt einen Heizwert von normal 1300 Kalorien. Das Gas selbst brennt nicht leuchtend, und erscheint angezündet als bläulich rote Flamme. Nach den Mitteilungen von *Conrad Meissner* haben sich diese Sauggenerator-Gasmotoranlagen als sehr wirtschaftlich erwiesen. Nach den Berechnungen des Verfassers belaufen sich die Betriebskosten für die Pferdekraftstunde auf 1,2 Pf., bei grösseren Anlagen sogar nur auf 0,8 Pf. (unter Zugrundelegung eines Preises von 26 M. pro Tonne Anthrazit). Die Anschaffungskosten für derartige Anlagen stellen sich wie folgt:

eine 8 pferdige Anlage etwa	4500 M.
eine 18 pferdige Anlage, wie sie für den Betrieb einer grossen Dreschmaschine genügen würde, etwa . .	7000 „
eine 75 pferdige Anlage, wie sie für den Betrieb eines elektrischen Pfluges erforderlich ist, etwa . . .	17000 „

Hcp.



Bücherschau.

Energie und Recht. Eine physikalisch-juristische Studie von *Dr. E. Budde.* Berlin 1902. Carl Heymanns Verlag.

Im Anschluss an den seit dem Jahre 1895 spielenden Streit über die Anwendung des Begriffes Diebstahl auf die Elektrizität behandelt der Verfasser unter steter Rücksichtnahme auf den Grundbegriff der Verkehrswerte die Bedeutung des Energiebegriffes für das Recht in ganz allgemeiner Weise und zwar von der rein physikalisch-energetischen Seite her in einer Form, welche auch für den Nichtphysiker verständlich ist. Es werden daher nicht nur die Laien, sondern auch die Juristen und Volkswirte den allgemeinen Schlussfolgerungen, welche sich aus den naturwissenschaftlichen Forschungen der letzten 60 Jahre für die Quellen alles materiellen Wertes ergeben, folgen können. In weiser Selbstbeschränkung hat der Verfasser die Folgerungen, welche aus den Hauptsätzen der Darstellung folgen, nur bis zu dem Punkte geführt, wo mit der Aufstellung gewisser Forderungen das Gebiet des Physikers aufhört und dasjenige des Juristen anfängt.

Das von dem Verfasser behandelte Gebiet ist mir, dem Referenten, durchaus bekannt, da ich die Vorarbeiten zu einer ähnlichen Bearbeitung desselben Themas bereits erledigt und auf diese Arbeit in meiner Schrift „Zur Wehr gegen das Kaiserliche Patentamt. Zum Kampf für die deutschen Erfinder" in folgender Stelle auf Seite 46 hingewiesen habe: „Eine grosse Anzahl von Fragen, welche theoretisch sowohl wie auch technisch und patentrechtlich von weitgehendem Interesse sind, haben mit Rücksicht auf den beschränkten Raum hier nicht mehr erläutert werden können. Ich weise beispielsweise hier hin auf die patentrechtliche Bedeutung der Elektrizität und auf die Frage nach der Materialität der Elektrizität." Den von *Budde* gegebenen Ausführungen über die verschiedenen Energieformen und deren Beziehung zum Begriff des Verkehrswertes kann ich mich im grossen und ganzen anschliessen. Nur in einzelnen Punkten wäre eine eingehendere Behandlung wünschenswert gewesen, wie z. B. eine schärfere Hervorhebung des Begriffes der Auslösung, auf dessen Bedeutung ich a. a. O. S. 42 schon aufmerksam gemacht habe. *Budde* streift diesen Punkt nur nebenbei z. B. S. 3 oben Z. 4, S. 7 unten Z. 12 u. s. w. Ferner sei auf eine der historischen Gerechtigkeit direkt ins Gesicht schlagende Seltsamkeit in der Vorrede hingewiesen; es wird dort von „der von *Helmholtz* und seinen Nachfolgern ausgebauten Energielehre" gesprochen, während doch Herr *Dr. Budde* sehr gut weiss oder wissen sollte, dass die heutige Energielehre in ihrer haltbaren und richtigen Fassung in erster Linie dem genialen oberdeutschen Stadtarzt *Dr. Julius Robert Mayer* aus Heilbronn, nicht aber dem niederdeutschen Militärarzt *Dr. Hermann Helmholtz* aus Potsdam zu danken ist.

Der Schlussfolgerung, dass aller Wert auf Energie und geistiger Arbeit beruht, kann nur beigestimmt werden, ebenso der Einteilung der geldwerten Lebensgüter in zwei Kategorieen, nämlich Sachen und Phänomene. Indessen wäre, da ja mit Recht als das eigentliche und primäre Objekt des Rechtsschutzes die Energie hingestellt wird, es sehr wünschenswert gewesen, wenn auch die Gleichartigkeit des Sach- und Energiebegriffes scharf nachgewiesen worden wäre; denn auch die Sache, die verschiedenen Körper stellen im letzten Grunde nur besondere Energieformen dar, wie bereits *Dühring* in seiner Logik und Wissenschaftstheorie andeutet und Ingenieur *Wagemann* in seiner kleinen Broschüre „Künstliches Gold" hervorhebt. Der Kern dieser letztgenannten Arbeit gipfelt ja in dem Satze, dass der Stoff als verdichteter Aether nichts anderes als eine Energieform, dass somit jeder einzelnen Stoffart eine ganz bestimmte Kraftform zu eigen ist. Soll jedoch diese dem Wesen aller wirkenden Materie und auch des scheinbar toten Stoffes entsprechende Auffassung gesichert werden, so muss vor allen Dingen für die allgemeinste Eigenschaft der Sache, für die Schwere, der Nachweis geführt werden, dass auch der ruhende Körper ebenso gut wie der gehobene Körper eine Kraftform darstellt. Dies ist jedoch nur möglich, wenn das Wesen der Schwerkraft physikalisch bezw. mechanisch erklärt wird. Die Erledigung dieser Frage fehlt bei *Budde.* Eine auf Versuche sich stützende Erklärung der Schwerkraft habe ich in der Schrift „Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen und deren Wirkungsgesetze" zu geben gesucht. Von diesem Standpunkte aus erscheint die Materie selbst nur als eine besondere Energieform, wie dies ja für die verschiedenen Aggregatzustände derselben durchaus nicht mehr in Zweifel gestellt werden kann; denn die Wage selbst ist im letzten Grunde unser genauester Kraftmessapparat. Aus der Gleichartigkeit zwischen Materie und Kraft würde jedoch auch für den Juristen, wenn er die Berechtigung dieser Anschauung erst einmal begriffen hat, ohne weiteres auch die Anerkennung des Rechtsschutzes für die der Sache gleichartigen Energieformen wie Wärme, Licht, Elektrizität folgen; denn Mangel an logischer Schärfe kann man unseren Juristen durchaus nicht vorwerfen.

Trotz der zuletzt erwähnten, nicht scharf genug erörterten Frage kann die *Budde*sche Schrift Ingenieuren, Physikern, Chemikern, insbesondere aber Patentanwälten, Patentbeamten, Patentrechtslehrern sowie überhaupt den Juristen zum Studium warm empfohlen werden.

Rudolf Mewes.

Die Fabrikation der Bleichmaterialien von *Victor Hölbling,* k. k. Oberkommissär und ständiges Mitglied des k. k. Patentamtes, Honorardozent am k. k. Technologischen Gewerbemuseum und an der Exportakademie des k. k. Oesterr. Handelsmuseum in Wien. Berlin, 1902. Julius Springer.

Wenn sich der Verfasser gemäss dem Titel, welchen er seinem Buche gab, nur auf die Besprechung der Fabrikation der Bleichmaterialien beschränkte, so geschah es deshalb, weil er dasselbe als Hilfsbuch für Vorlesungen über Bleichmaterialien verwendet wissen wollte. Wenn auch zugegeben werden muss, dass für den gedachten Zweck — den Angehörigen der Papier- und Textilindustrie als Hilfsbuch beim Unterrichte zu dienen — die Bearbeitung des Buches dem Verfasser sehr gut gelungen ist, so zweifeln wir keinen Augenblick, dass derselbe bei einer Neuauflage seines Werkes auf einen grösseren Leserkreis bedacht sein wird, um dann sowohl den theoretisch-chemischen Erörterungen einen grösseren Raum einzuräumen, als auch auf eine Reihe von Fragen, welche für den Chemiker von Wichtigkeit sind, einzugehen. Die frühere Tätigkeit des Verfassers als Betriebschemiker in der chemischen Industrie auf dem speziellen Gebiete und derzeitig als Mitglied des österreichischen Patentamtes — wodurch derselbe mit der Industrie in inniger Fühlung steht — bürgt mit für die gute Auswahl des behandelten Stoffes.

Nach einer Einleitung, in welcher über das Wesen des Bleichens, wie über die geschichtliche Entwicklung dieser Industriezweige Details gebracht werden, werden die Eigenschaften, das Vorkommen, sowie die Darstellung des Chlors besprochen. Neben der Entwicklung von Chlor aus Kochsalz und Schwefelsäure, mittels Braunstein, einschliesslich der Regenerierung der Manganlaugen, speziell das *Weldon*-Verfahren, findet die Darstellung von Chlor aus Salzsäure mittels atmosphärischer Luft nach dem Verfahren von *Deacon* ausführliche Erwähnung. Daran sind noch Angaben über die Darstellung von Chlor durch Oxydation von Salzsäure mittels Salpetersäure oder Nitraten, wie der Verfahren zur direkten Gewinnung von Chlor aus Chloriden gereiht. Die Darstellung von Chlor durch Elektrolyse findet eine eingehende Besprechung. Der Verfasser hat jene Verfahren ausgewählt, welche jederzeit praktische Anwendung finden, beziehungsweise für deren Anwendung begründete Aussicht vorhanden ist. Einzelne Details werden hiervon gewiss besonderes Interesse finden.

Die Besprechung der Darstellung von verflüssigtem Chlor, der Verbindungen des Chlors, welche zu Bleichzwecken Verwendungen finden, als speziell des Chlorkalks, beschliessen diesen Abschnitt.

Im nachfolgenden Kapitel findet die Herstellung von Bleichflüssigkeiten, als flüssiger Chorkalk, Alkali-Hypochlorite, letztere speziell auf elektrolitischem Wege gewonnen, Zink- und Thonerdebleichflüssigkeit Erwähnung.

Die Darstellung von Ozon, Wasserstoffsuperoxyd, Natriumsuperoxyd, Ammoniumpersulfat, Kaliumperkarbonat, Kaliumpermanganat, Natriumpermanganat, Schwefeldioxyd, Natriumsulfits, Natriumbisulfits, Calciumsulfits, der hydroschwefligen Säure und deren Salze wird besprochen und das gedruckte Wort durch die Beigabe guter Zeichnungen erläutert.

Dass der Verfasser bestrebt war, auch das neueste zu bringen, ist aus der Besprechung der deutschen Reichspatente No. 112 483, 125 060, 125 207, 113 949, 119 676 etc. zu ersehen. Die Ausstattung des Buches ist eine vorzügliche.

U.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 20. **Berlin, 16. Mai 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Die Uebertragung grobstichiger Karten auf Feinstich.

Von **M. R. Köhler.**

Die Entstehung der verschiedenen neuen Feinsticharten in Jacquardmaschinen und in der Dessinschlägerei führten zu dem Bedürfnis, die vorhandenen Grobstichkarten unmittelbar auf feinen Stich beliebiger Sorte übertragen zu können, ohne dass man nötig hätte, die betreffenden Dessins erst nochmals neu zu levieren, d. h. nach besonders gefertigten Patronen auszuschlagen.

Aufgabe des Vorliegenden soll es sein, zu schildern, wie diese Anforderung gelöst wurde.

Zunächst ist nach Fig. 1 eine Jacquardmaschine *A* des betreffenden Grobstiches nötig, auf deren Zylinder oder Prisma *C* die auf den feineren Stich zu übertragende Musterkarte aufgelegt wird. Ihr gegenüber gelagert befindet sich eine zweite Jacquardmaschine *B* von dem gewünschten feineren Stich, welche im vorliegenden Falle die Stössel *S* der Feinstichschlagmaschine unmittelbar betätigt.

Letztere ist genau so gebaut, wie die französische Schlagmaschine für den Vinzenzistich. Sie hat also wagerecht gelagerte Schlagplatten und senkrecht stehende und wirkende Stössel. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den gewöhnlichen Jacquardmaschinen und der Uebertragungsmaschine *B* besteht darin, dass die Platinen p_2 der letzteren verkehrt eingesetzt sind. Die Nasen bzw. Haken dieser Platinen p_2 weisen demgemäss nicht nach vorn, also nach der Prismenseite zu, sondern umgekehrt nach der hinteren Seite der Maschine, dem hinteren Nadelbrett zu. Ein Federhaus besteht bei dieser Maschine nicht, da die Platine p_2 so aus Draht gebogen ist, dass ihr kurzer hinterer Schenkel *s* die Tätigkeit des Federns selbst besorgt. Dieser kurze Platinenschenkel legt sich gegen den Stab eines Drahtrechens *r* im Innern der Maschine, an welchem er auf und niedergleitet.

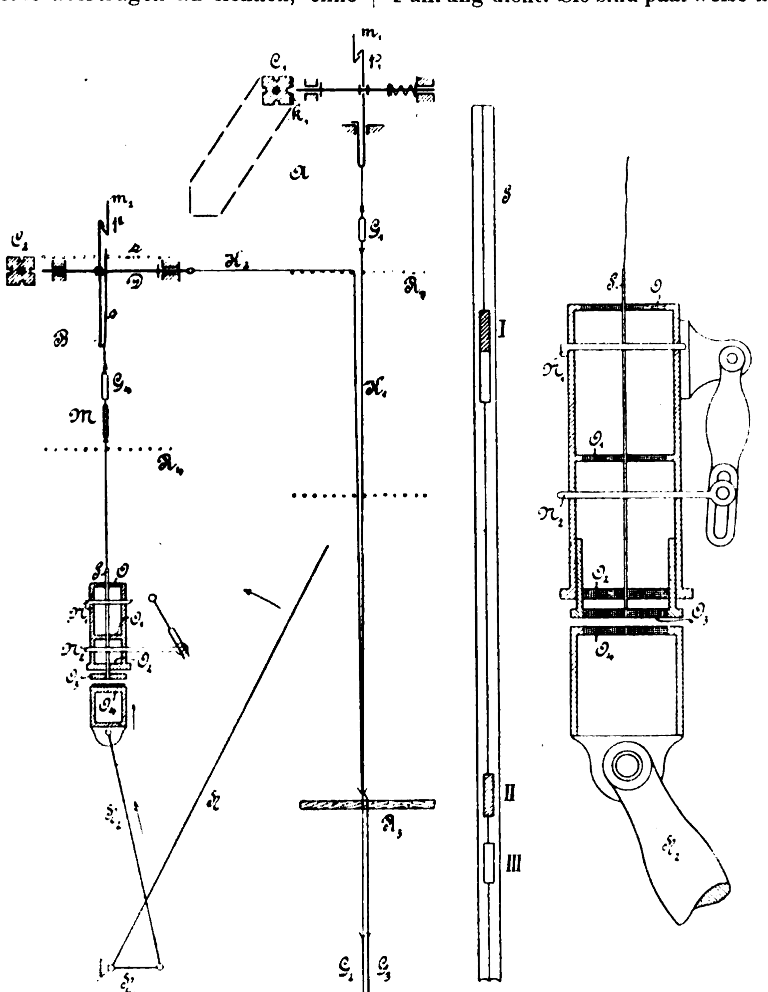


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 2 zeigt die Konstruktion der Stössel *S*. Diese Stössel, aus rundem Stahldraht gefertigt, besitzen drei Aussparungen, *I II* und *III*, von denen die oberste *I* zu ihrer Führung dient. Sie sind paarweise nebeneinander auf einem feststehenden Kamm mit vierkantigen Zähnen N_1 Fig. 1 aufgereiht. Die unteren Einschnitte *II* und *III* sind zum Feststellen der Stössel mittels eines zweiten, gleichgearteten, aber beweglichen Kammes N_2 vorgesehen, der mittels eines Handgriffes zwischen die Stössel hereingezogen wird, nachdem die Jacquardmaschine *B* die mustergemässe Auswahl unter ihnen getroffen und diejenigen Stössel hochgezogen hat, welche nicht zur Wirkung des Schlagens gelangen sollen.

Fig. 3 zeigt den Schlagmechanismus. *O*, O_1 und O_2 sind die dem Feinstich entsprechend gebohrten Führungsplatten für die Stössel.

Sie sind feststehend zwischen den Maschinenwänden gelagert. Dagegen ist O_3 eine bewegliche Schlagplatte, welche im Ruhezustande des Schlagmechanismus so tief steht, dass die geschärften, unteren Enden der Stössel nicht herausragen. Die Stösselenden sollen hierdurch geschützt werden. O_4 ist die untere bewegliche Gegenschlagplatte. Auf letztere wird das zu schlagende Kartenblatt aufgelegt. Soll ein Blatt ausgepresst werden, so wird der Hebel *H*, Fig. 1, nach vorn gezogen.

Die Hebelübersetzung H_1 und H_2 sorgt alsdann dafür, dass die Schlagplatte O_4 mitsamt dem auf ihr ruhenden Kartenblatt gegen die Platte O_3 gepresst wird, denn O_4 ist ebenso wie O_3 in Geleisführung beweglich gelagert. O_3 nimmt beim Schlagen diese Aufwärtsbewegung auf, die von der Maschine mustergemäss liegengelassenen und durch den Schlagkamm N_2 festgehaltenen Stössel *S* treten hervor und durch-

stossen das Blatt. Zuvor mussten natürlich die Maschinen A und B nacheinander aufgetreten werden.

Um eine mustergemässe Aushebung der Platinen p_2, Fig. 1, und Betätigung der Stössel S zu ermöglichen, ist die grobstichige Jacquardmaschin A mit der feinstichigen B auf folgende Weise in Verbindung gebracht.

Die Platinen p_1 sind unten mit einer Harnischschnur K_1 versehen, in welcher zum sicheren Niedergange und Einfallen der Platinen ein Bleigewicht G_1 eingeschaltet ist.

Am unteren Ende sind diese Harnischschnuren mit einem doppelten Harnischeisen G_2 und G_3 versehen. R_7 sind die Stäbe eines kräftigen Glasrechens. Eine Verbindungsschnur K_2 führt nun von den unteren Harnischeisen G_2 und G_3 über diesen Rechen hinweg nach der Uebertragungsmaschine B. Das Ende dieser Uebertragungsschnur K_2 ist an die zugehörige Platinennadel D der Maschine B geknüpft. Ruht der ganze Apparat, so strecken die Harnischeisen G_2 und G_3 die Harnisch- und Uebertragungsschnuren straff an. Infolgedessen werden die Platinen p_2 der Maschine B nach hinten rechts über die Messer m_2 gezogen.

Wird nun auf Maschine A eine zu übertragende Karte k_1 aufgelegt und Maschine A aufgetreten, z. B. bei „Loch in Grobstichkarte," so bleibt die betreffende Platine p_1 stehen, wird vom Messerkasten m_1 mit hochgenommen und die Uebertragungsschnur K_2 wird gelockert, weil die sie anstreckenden Harnischeisen G_2 und G_3 mit der Platine p_1 zugleich hochgingen. Infolgedessen geht die zugehörige Platine p_2 in Maschine B vermöge ihrer Federkraft vom Messer m_2 weg. Maschine B wird aufgetreten, und das zu dieser Platine p_2 gehörige Stössel S bleibt in seinem tiefsten Ruhepunkte stehen. Es schlägt deshalb ein Loch in das neue auf O_4 liegende Kartenblatt. War in der Grobstichkarte k_1 kein Loch vorhanden, so wurde p_1 nicht ausgehoben, sondern vom Messer abgedrückt.

Alle Schnuren blieben straff und die zugehörige Platine p_2 der Maschine B wurde beim Auftreten mit hochgezogen. Infolgedessen wurde aber auch das zugehörige Stössel S mit hochgenommen und konnte nicht schlagen. Die Karte k_1 wird also ganz gleichartig wiedergegeben. Der Uebersicht wegen sind in Fig. 1 und 3 nur je eine Platine samt einem Schnurenpaar und je einer Platinennadel und einem Stössel gezeichnet.

Erwähnt sei noch, dass auch in die Verbindungschnuren, welche die Platinen p_2 mit ihren Stösseln verbinden, Bindeeisen G_4 und kurze straffe Messingzugfedern M eingeschaltet sind. Diese Bindeeisen G_4 haben den Zweck, die Platinen p_2 beim Einfallen der Maschine B wieder in ihren tiefsten Standpunkt zurückzuziehen. Die Federn M dienen zur Schonung der Stössel und der Stösselschnuren, für den Fall, dass ein Stössel krumm wurde und sitzen blieb. Die Schnur würde in diesem Fall sonst jedesmal zersprengt werden. R_2, R_3 und R_4 sind Führungsrechen.

Das Eigenartige an dieser Schlagmaschine ist weiterhin, dass man sie auch noch dazu benutzen kann, Karten desselben Feinstiches umgekehrt zu schlagen, sodass man die rechte Warenseite in der Karte zur linken machen kann. Maschine A bleibt in diesem Falle völlig unbenutzt in Ruhe. Man verwendet nur die Maschine B zum entgegengesetzten Kopieren, legt einfach die umgekehrt zu übertragende Originalkarte desselben Feinstiches auf das Prisma C_2 der Maschine B auf, und kopiert. Hierbei müssen die Harnischeisen G_2 und G_3 anstrecken, also heruntergelassen sein.

Will man aber eine zu kopierende Karte desselben Feinstiches im Original getreu wiedergeben, so bleibt Maschine A ebenfalls wieder unbenutzt. Nur werden alsdann sämtliche Harnischeisen G_2 und G_3 mittels des Rechens R_3 hochgehoben, zu welchem Zwecke eine Aufwindevorrichtung an R_3 angebracht ist. Die Verbindungsschnuren K_2 werden dadurch sämtlich gelockert und die Platinen p_2 treten von den Messern weg. Die Maschine B kann also nunmehr positiv wirken.

Das Verschnüren der Platinen p_1 von Maschine A mit den Platinennadeln D der Maschine B geschieht so, dass bei überzähligen Platinen p_2 in der Feinstichmaschine B diese zu Anfang und zu Ende regelmässig stehen bleiben, damit sämtliche zur Verwendung gelangenden Platinen in der Mitte der vollgezählten Maschine zur Arbeit gelangen.

Handelt es sich um den Vinzenzistich, so lässt man auch noch die 14er kurzen Warzenreihen liegen, je nachdem, wie es die gegebene Platinenzahl zulässt. Diese 14er Reihen lässt man deswegen gern stehen, weil das Kartenblatt dadurch an Halt gewinnt. Man bekommt eine dauerhaftere Karte. Bei Grobstichkarten ist nämlich die Platinenzahl in den Maschinen gewöhnlich eine kleinere, als bei den Feinstichmaschinen. Man hat also Platinen in Maschine B übrig und diese verteilt man möglichst gleichmässig. Eine gute Ausnahme hiervon macht der Wiener Feinstich, welcher mit dem Vinzenzi- und Verdolstich annähernd in der Platinenzahl übereinstimmt.

Eine weitere Konstruktion zur Uebertragung anderstichiger Karten ist diejenige, bei welcher die Schlagmaschine nach alter deutscher Art, also mit wagerecht gelagerten Stösseln gebaut ist.

Bei diesen wird einfach statt einer Kopiermaschine gleichen Stiches eine solche Grobstichmaschine auf die Schlagmaschine montiert und die Platinen dieser Grobstichmaschine mit den flachen Schlagplatinen des feinstichigen Schlagwerkes in entsprechender Reihenfolge verschnürt. Diese Maschine wirkt einfach und positiv. Sie ist aber nur noch zum Levieren des betreffenden Feinstiches, nicht aber zum Kopieren desselben zu benutzen.

Diese Anordnung der Maschinen ist also nicht so vielseitig verwendbar, als die zu Anfang geschilderte und deshalb nicht so praktisch in der Anschaffung.

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 296 d. Bd.)

In Fig. 217 und 218 ist eine Konstruktion von *Wilh. Fredenhagen,* Offenbach a. M., dargestellt. Der Greifer fasst 1,15 cbm und gehört zu dem Erzverladekran, der auf S. 100 d. Bd. beschrieben wurde. Das in zwei Strängen von der Katze kommende Hubseil ist über eine einzige lose Rolle geführt, an deren, über die Breite des Gestelles durchgeführten, in zwei schweren Gussböcken gelagerten Achse die Zugstangen angreifen. Die Rollenböcke sind an zwei gebogene ⊏ Eisen geschraubt, die auf jeder Seite ein senkrechtes, am Gestell befestigtes ⊏ Eisen umfassen und so die ganze Traverse führen. Die auf den Kniehebel wirkende Vertikalkraft ist gleich dem Seilzug, vermindert um das Gewicht der Traverse und der Schaufeln, soweit es nicht von den festen Drehzapfen aufgenommen wird. Bei geöffnetem Greifer haben diese das ganze Schaufelgewicht und, da die Schaufeln über ihre Schwerpunktslage gespreizt sind, auch noch den grössten Teil des Gewichts der Traverse zu tragen, sodass nahezu der ganze Seilzug zum Schliessen der Schaufeln verfügbar ist. Das Drehmoment ist also hier verhältnismässig gross, zumal der Kniehebel in dieser Stellung starke Uebersetzung hat. Je mehr die Schaufeln zusammengehen, um so geringer wird das Drehmoment, da sowohl die Uebersetzung des Kniehebels als auch die Vertikalkraft abnimmt, und nur die allmähliche Zunahme des Schaufelinhalts eine Steigerung des Seilzuges zulässt. In der Schlusstellung hat man von dem Seilzug das Gewicht der Traverse, sowie den grösseren Teil des Gewichtes der Schaufeln und ihres Inhaltes abzuziehen, um die am Kniehebel wirksame Kraft zu erhalten. Der ungünstige Einfluss dieser Gewichte ist hier viel grösser als bei dem Greifer von *Jaeger,* da sie hier von der einfachen, dort von der vierfach übersetzten Kettenkraft abzuziehen sind. Während dort angenommen

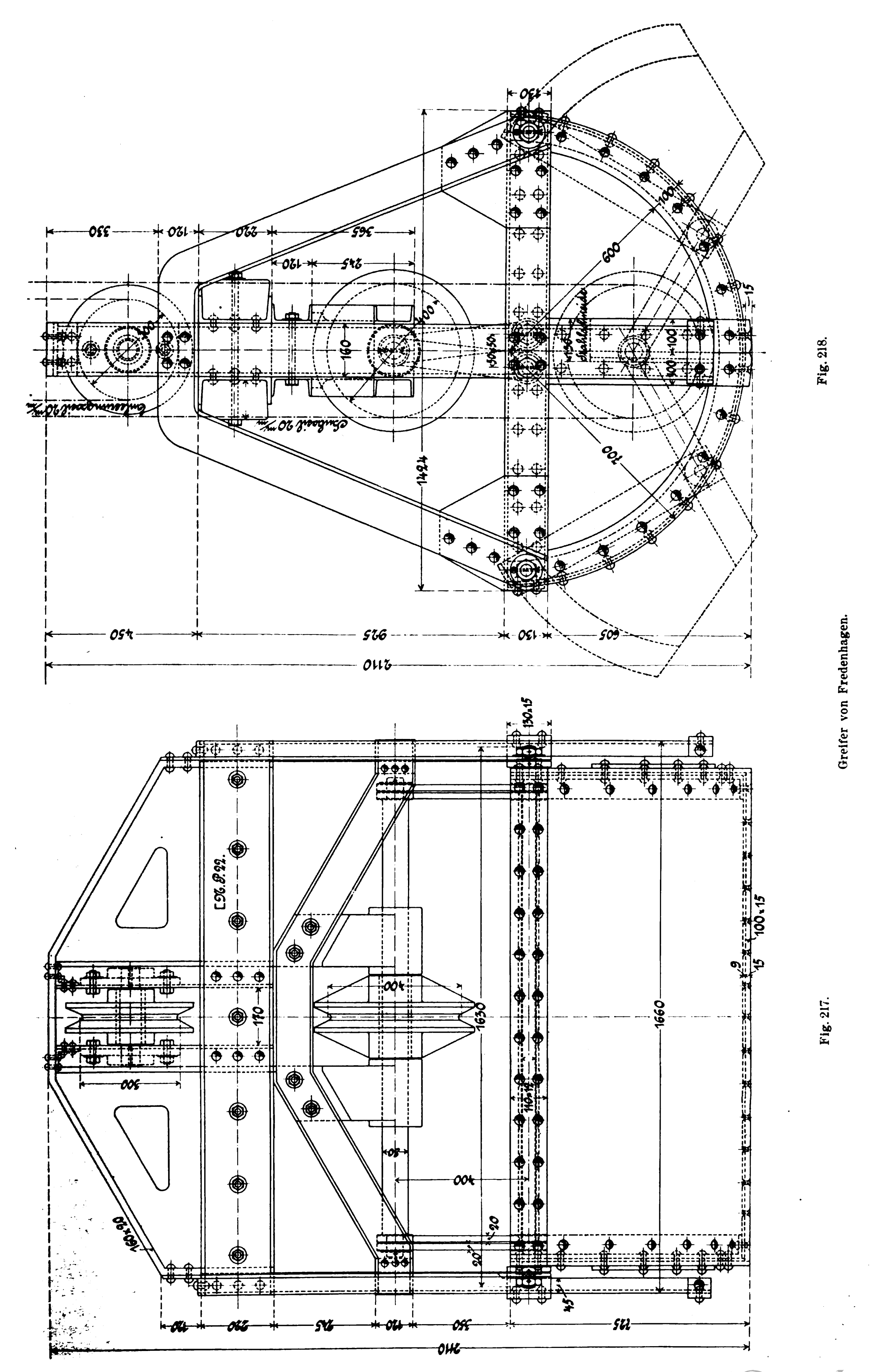


Fig. 218.

Fig. 217.

Greifer von Fredenhagen.

werden durfte, dass sich unter ihrem Einfluss das Verhältnis der Traversenkraft zum Kettenzug von 4 auf 3,5, also um höchstens 15 v. H. änderte, wäre hier unter gleichen Verhältnissen auf einen Unterschied von 50 v. H. zu rechnen. Um dem entgegenzuwirken, erscheint es günstig, das Gewicht des Gestelles im Verhältnis zu dem der beweglichen Teile möglichst gross zu machen, wie es hier geschehen ist durch Einlegen von Gusseisenbarren in die oberen, 220 mm hohen **⊏** Eisen.

Das Oeffnungsseil greift an einer oben im Gestell gelagerten Rolle an, wodurch die Bauhöhe verhältnismässig gross wird.

Hat man es mit geeignetem Material zu tun, so arbeiten derartige Greifer trotz der geringen Uebersetzung durchaus befriedigend, wie ich z. B. bei Verladung von Kohlengrus beobachten konnte. Ist das Material schwierig zu fassen, und grosse Rollendurchmesser zulässt. Die Bauhöhe ist allerdings beträchtlich.

Die oberen Rollen des Seilflaschenzuges sind fest im Gerüst, die unteren in einem Gleitstück *a* gelagert, das mit dem gleichfalls im Gestell geführten Zapfen *b* durch eine besondere Vorrichtung nach Fig. 221 gekuppelt wird. An *b* greifen die Zugstangen an, welche die Schaufeln schliessen. Der Arbeitsvorgang ist folgender:

Wird der Greifer in geschlossenem Zustande (Fig. 219) gehoben, so sind die Teile *a* und *b* durch den in *a* gelagerten Bolzen *c* fest miteinander verbunden. Bolzen *c* ist mit einer Aussparung versehen, die es möglich macht, ihn bei richtiger Stellung an dem Zapfen *b* vorbeizuführen, augenblicklich ist er jedoch in die Aussparung von *b* hineingedreht, und wird in dieser Lage (Stellung 3) durch den Gewichtshebel *d* gehalten, dessen Ausschlag durch den Stift *e* begrenzt ist.

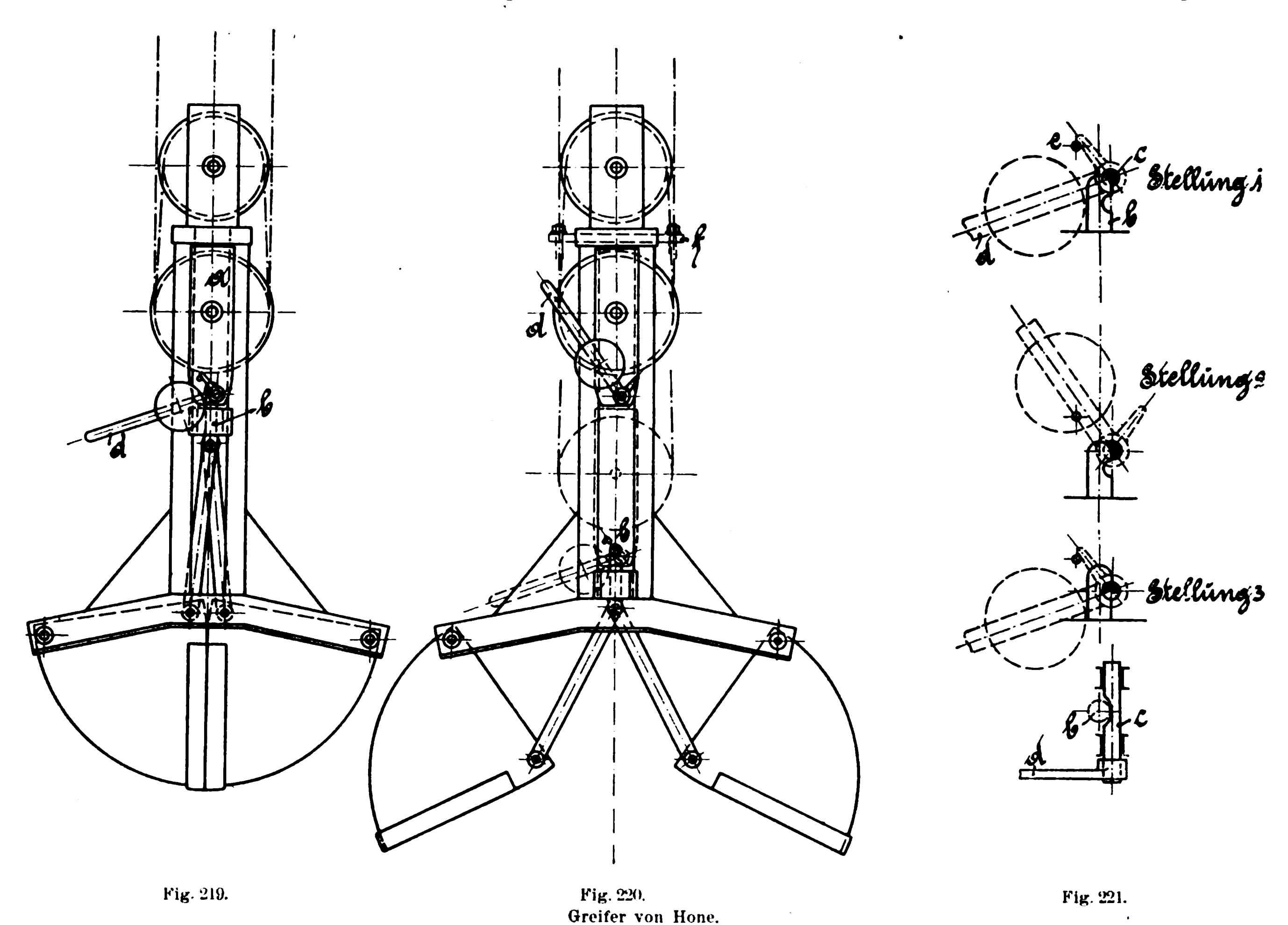


Fig. 219. Fig. 220. Fig. 221.

Greifer von Hone.

so muss der Greifer entsprechend schwer gemacht werden. Jedenfalls dürfte dies die einzige Konstruktion sein, die für Verladebrücken in Frage kommt, wenn sie, wie die oben erwähnte Ausführung von *Fredenhagen*, nach dem Schema Fig. 125, S. 73 d. Bd. mit am Trägerende festgemachtem Hubseil versehen sind. Denn wollte man in diesem Falle einen mehrrolligen Flaschenzug einbauen, so würde das Seil bei längeren Wegstrecken viel zu sehr leiden, zumal es, um die Schaufeln geschlossen zu halten, stets gespannt bleiben muss, der Greifer also nicht in die Katze eingehängt werden kann. Bei der Seilführung nach Fig. 126 oder 127 S. 73 u. 74 d. Bd. mit einseitig angreifendem Hubseil lässt sich, wie die Konstruktion der *Düsseldorfer Kranbaugesellschaft* und das folgende Beispiel zeigen, sehr viel leichter eine gute Lösung finden, da das Seilstück, an dem die Last hängt, beim Verfahren in Ruhe bleibt.

Der Greifer von *G. I. Hone*[1]) (Fig. 219—221) ist für Hochbahnkrane deshalb besonders geeignet, weil er ohne Entleerungsseil arbeitet, dabei ziemlich einfach gebaut ist

Dreht man jetzt den Hebel aufwärts, wie in Fig. 220 gezeichnet (Stellung 2 Fig. 221), so wird die Kupplung gelöst, sodass *b* frei wird und die Schaufeln sich öffnen können. Das mit *b* verbundene Gleitstück muss so schwer sein, dass es die Schaufeln genügend spreizen kann und bis in seine tiefste, durch einen Anschlag begrenzte Stellung sinkt. Der Hebel *d* fällt, sobald er losgelassen wird, wieder in seine Anfangsstellung zurück. Der Greifer kann erst wieder geschlossen werden, wenn er auf die Kohle niedergelassen ist, die Schaufeln also eine feste Unterstützung gefunden haben. Lässt man nämlich in dieser Lage das Seil weiter nach, so senkt sich der untere Rollenblock durch sein Eigengewicht, bis der Kuppelbolzen *c* auf den Kopf des Zapfens *b* stösst (Stellung 1 Fig. 221). Da der Rollenblock sich weiter senkt, muss der Gewichtshebel sich aufwärts drehen, bis die Aussparung von *b* erreicht ist. Jetzt fällt er zurück und stellt die Kupplung her (Stellung 3 Fig. 221). Durch Anziehen des Seiles wird nun der Greifer geschlossen.

Einen wichtigen Bestandteil bildet noch eine hier nicht gezeichnete Dämpferpumpe, die mit Oel oder dergl. gefüllt ist und verhindert, dass bei Lösung der Kupplung das untere Gleitstück plötzlich herunterfällt. Eine allmähliche Ent-

[1]) D. R.-P. No. 89881. Die Figuren sind nur schematische Skizzen, die Ausführung weicht etwas davon ab.

leerung ist sowohl für die Schonung der Kohle, wie auch der Behälter, in welche die Kohle geschüttet wird, von Wichtigkeit, besonders wenn Eisenbahnwagen oder Fuhrwerke beladen werden.

Gegenüber anderen Einseilgreifern hat diese Konstruktion den Vorzug, dass die Schaufeln, wenn auch nicht vom Maschinisten, so doch vom Bedienungspersonal jederzeit durch Lüften des Hebels geöffnet werden können. Das ist z. B. dann erwünscht, wenn der Greifer, wie es beim Herausholen der Reste vorkommt, sich im Schiff nicht vollständig gefüllt hat und noch einmal fassen soll. Findet die Entleerung immer an bestimmter Stelle statt, wie beim *Hunt*schen Elevator, so wird der Hebel hier durch einen festen Anschlag ausgelöst.

Fig 222.
Anbringung des Hone-Greifers am Huntschen Elevator.

Fig. 223.
Anbringung des Hone-Greifers an einer wagerechten Verladebrücke.

J. Pohlig verwendet den *Hone*greifer für seine unter 30° geneigten Elevatoren (Fig. 130, S. 75 d. Bd.) und Verladebrücken (Fig. 127 S. 74). Die Seilführung im ersten Falle gibt Fig. 222 wieder. Trotz der verhältnismässig grossen Rollendurchmesser findet ein sehr starker Seilverschleiss statt, da beim Heben des geschlossenen Greifers das Seil beständig durch den Flaschenzug läuft und ein grosses Stück des Seiles über sämtliche Greiferrollen um je 180°, ausserdem noch über die Laufkatzenrolle sich biegen muss. Günstiger liegen die Verhältnisse bei der horizontalen Verladebrücke, die mit zwei gleichzeitig zum Heben und Senken benützten Seilen arbeitet (Fig. 223). Das Ende eines jeden Seiles ist, wie in Fig. 220 bei *f* punktiert angedeutet, am Greifergestell selbst befestigt, so dass zwei getrennte Flaschenzüge entstehen, in denen das Seil sich nur während der Greifarbeit bewegt, während es beim Heben und Fahren in Ruhe bleibt.

Abbildungen der Ausführung von *Pohlig* geben Fig. 224 und 225. Wenn bei einem Elevator Greiferbetrieb vorwiegt und die Verhältnisse es gestatten, so wählt *Pohlig* statt des schrägen den parabolischen Ausleger und verwendet dann, da die lose Rolle fortfällt, einen Greifer mit Gliederkette, ungefähr wie in Fig. 226 skizziert, mit besonderer Kette für die Entleerung. Ausser für Hochbahnkrane kommen Greifer ohne Entleerungskette für Massengüterverladung nur dann in Betracht, wenn es sich um Drehkrane handelt, die von vornherein nicht für Greiferbetrieb eingerichtet waren. Alle mir bekannten Einkettengreifer, ausser dem von *Hone*, leiden an dem Uebelstande, dass sie nicht an beliebiger Stelle geöffnet werden und ausschliesslich mit Kette arbeiten können.[2])

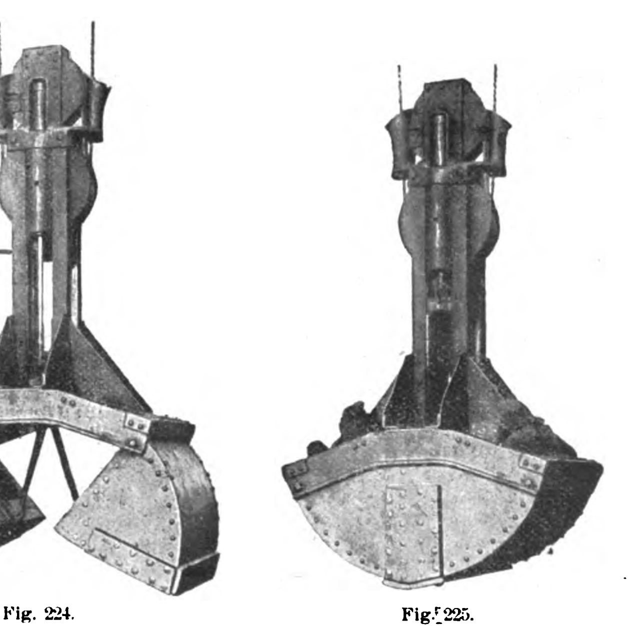


Fig. 224. Fig. 225.
Hone-Greifer von Pohlig.

Statt durch einen Flaschenzug kann die Uebersetzung auch durch zwei auf derselben Welle sitzende Trommeln verschiedenen Durchmessers hervorgebracht werden, ähnlich wie bei dem *Priestman*greifer. Die Trommelwelle ist entweder fest im Gestell gelagert oder bewegt sich mit den Schaufeln auf und ab. Ein Beispiel der ersten Bauart bietet der auf S. 557 des vorigen Jahrganges beschriebene Selbstgreifer von *Losenhausen*. Da hier kein Kniehebel angebracht werden kann, um die Schaufeln genügend zu spreizen, so darf die Oeffnungskette nicht am Gestell befestigt werden, sondern sie muss sich teilen und ausserhalb der Drehpunkte an beiden Schaufeln anfassen, so dass das Gewicht des Gestelles auf Drehung der Schaufeln nach auswärts wirkt.

Ordnet man nach Fig. 226 u. 227 die Trommeln beweglich an, so reicht ihr Gewicht aus, um die Schaufeln auseinander zu drücken, und die Entleerungskette kann am Gestell angreifen. Die von der kleinen Trommel ablaufende Kette *a* schliesst den Greifer, indem sie sich aufwickelt, und muss am Gestell befestigt werden. Unterstützt wird sie durch den Zug der Lastkette *b*, soweit derselbe nicht durch das Gewicht der Traverse u. s. w. aufgehoben wird. Die Anordnung ist in der Skizze so getroffen, dass die Trommelwelle an einer Schaufel gelagert ist, genau wie in Fig. 214 bis 216, natürlich könnte man auch unter Anwendung eines Kniehebels die Trommeln in der Mittelebene senkrecht führen.

Wenn es darauf ankommt, sehr grosse Uebersetzung zu erhalten, so kann man, statt die Trommeln auf dieselbe Welle zu setzen, sie durch ein oder zwei Zahnradvorgelege verbinden, wie in Fig. 228 skizziert. Der Wirkungsgrad des Getriebes wird dabei allerdings nicht sehr hoch sein, da die Zapfenreibung bei dem geringen Durchmesser, den die Räder mit Rücksicht auf den verfügbaren Platz einhalten müssen, sehr zur Geltung kommt. Das ganze Triebwerk muss natürlich in diesem Falle fest im Gestell gelagert werden. Mit *a* sind wieder die von der kleinen Trommel ablaufenden Schliessketten bezeichnet, die an den Schaufeln anfassen, mit *b* die Lastkette, die auf die grosse Trommel wirkt. Die Entleerungskette muss geteilt werden und ausserhalb der Drehpunkte an den Schaufeln angreifen, wenn diese sich genügend öffnen sollen[3]).

[2]) Einkettengreifer von *Jaegers. Ernst*, Hebezeuge. 3. Aufl., S. 606.

[3]) Ein Greifer ähnlicher Ausführung von *Hunt* ist abgebildet in *Buhle*, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, S. 40. Der Greifer arbeitet mit Gelenkkette.

Die Firma *J. Jaeger*, Duisburg, baut für schwere Beanspruchung den in Fig. 229 u. 230 S. 311 dargestellten Greifer, der gleichfalls Zahnräderübersetzung hat. Jedoch sind hier die Schaufeln fest auf einer Welle aufgekeilt, die durch das

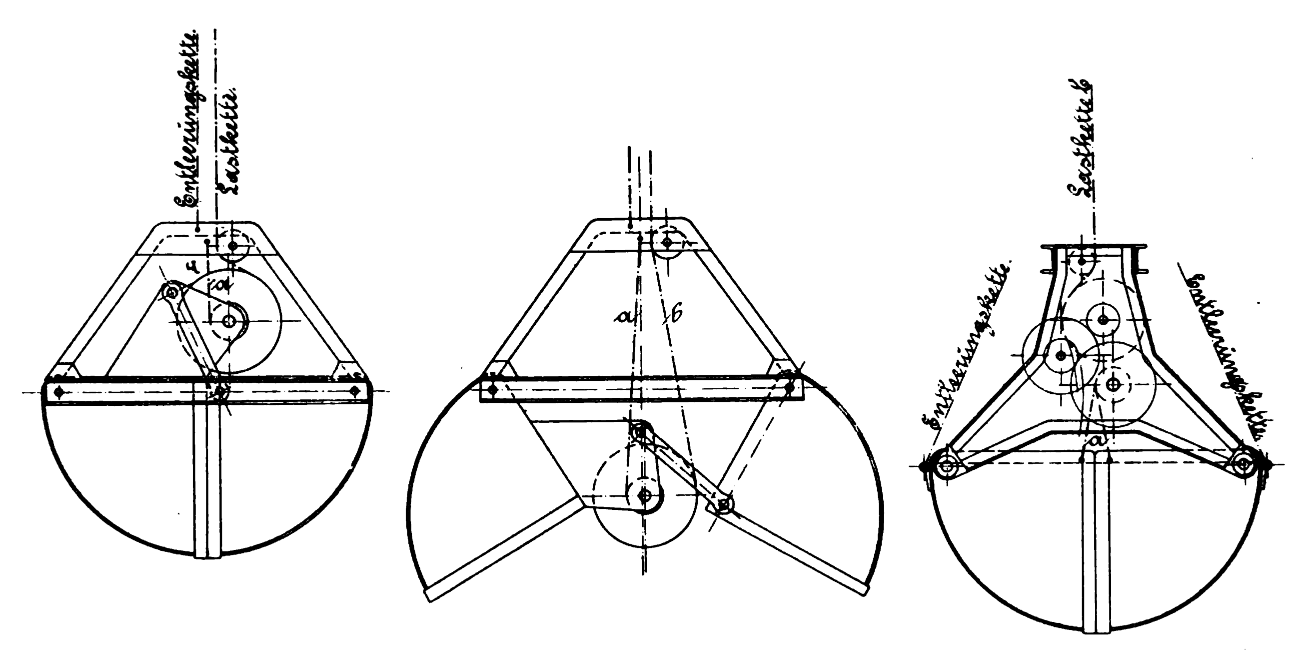


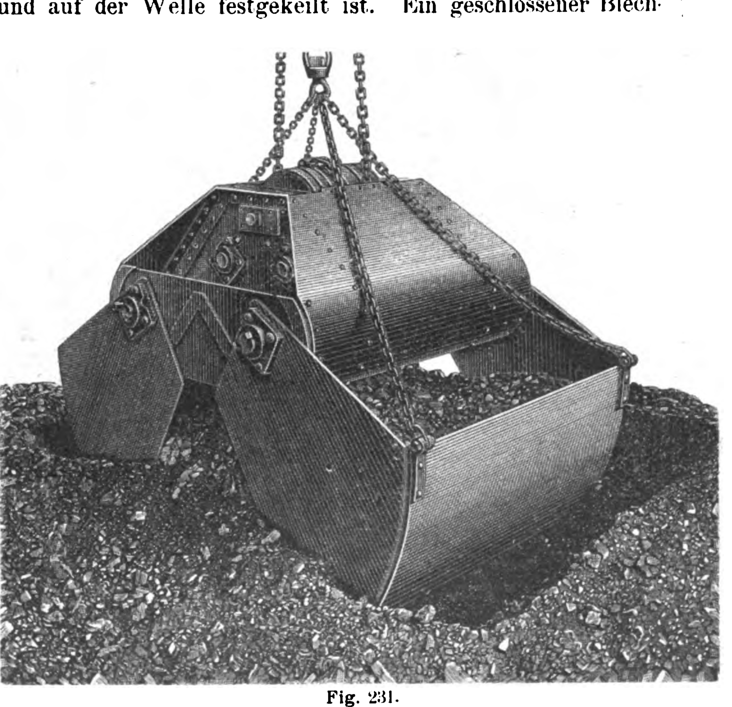
Fig. 226. Fig. 227. Fig. 228.
Selbstgreifer mit beweglicher Trommel. Zahnrädergreifer.

Stirnrädergetriebe gedreht wird. Die Lastkette wirkt auf zwei Trommeln, die neben einander auf derselben Achse laufen, sich aber, ebenso wie die Schaufeln, entgegengesetzt drehen müssen. Damit ergiebt sich von selbst nach Fig. 229 symmetrischer Angriff der in zwei Stränge geteilten Lastkette. Mit jeder Trommel ist ein Stahlgussritzel ($z = 15$, $t = 10\,\pi$) fest verkeilt, das in das Zahnrad einer Zwischenwelle ($z = 42$, $t = 10\,\pi$) eingreift, deren Ritzel ($z = 10$, $t = 15\,\pi$) auf das nur teilweise ausgeführte Rad der Hauptwelle arbeitet. Diese ist mit den Schaufeln verbunden durch eine Stahlgussrosette, die mit den Schaufelblechen vernietet und auf der Welle festgekeilt ist. Ein geschlossener Blechmantel schützt das Triebwerk gegenüber der Kohle. Die in 4 Stränge geteilte Entleerungskette wird in Oesen eingehängt, die aussen an den Schaufeln befestigt sind.

Der gezeichnete Greifer fasst 2000 kg Kohle. Die Konstruktion wird sich nicht für alle Fälle eignen, weil das geteilte Stück der Lastkette nicht über die Auslegerrolle aufgezogen werden kann und daher bei geschlossenem Greifer ziemlich viel Höhe wegnimmt. Dagegen scheint es nicht unmöglich, die Konstruktion bei Verladebrücken für Betrieb mit Drahtseil zu verwerten, wenn von vornherein zwei Seilstränge vorhanden sind. Man hätte dann eine ähnliche Anordnung, wie bei dem *Hone*greifer, nur würde die Anbringung des Oeffnungsseiles die Ausführung erschweren.

Fig. 231 und 232[4]) geben ein anschauliches Bild von der Arbeitsweise des Greifers.

Bei allen bisher beschriebenen Ausführungen wurde die Lastkette als Schliessorgan benutzt. Es können indessen auch Fälle vorkommen, wo entweder keine Kette vorhanden



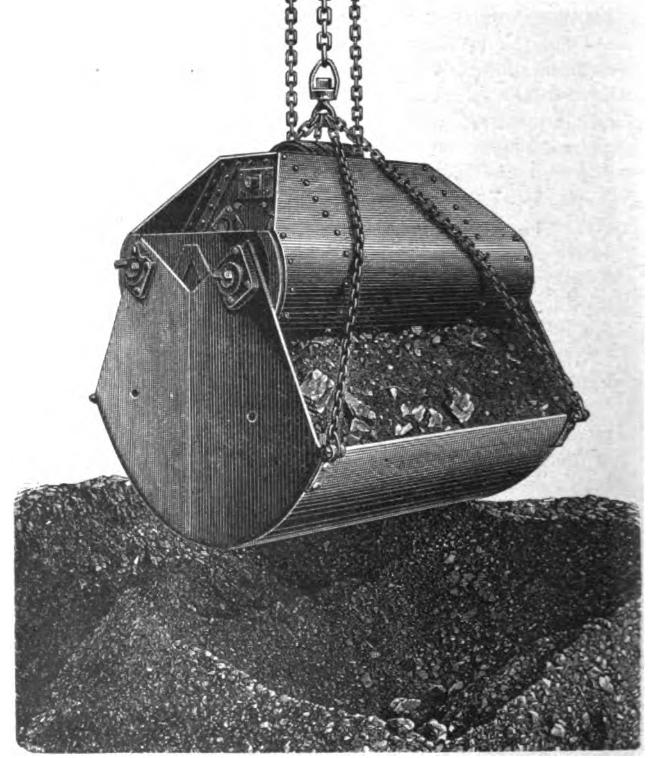




Fig. 231. Fig. 232.
Zahnrädergreifer von Jaeger.

4) Der „Deutschen Fabrikantenzeitung“, München, entnommen

ist, oder unabhänig vom Kettenzuge sehr grosse Schliesskraft ausgeübt werden muss, namentlich dann, wenn sehr bedeutende Mengen mit einem Hube gefördert werden sollen. Man kann dann irgend ein Kraftübertragungsmittel, Wasser, Pressluft, Dampf oder Elektrizität benutzen und den Greifer unmittelbar mit dem Motor zusammenbauen. Um auch hierfür ein Beispiel anzuführen, ist in Fig. 233 ein hydraulisch betriebener Greifer aus dem mehrfach erwähnten Aufsatz von *Salomon* wiedergegeben, der für Erdarbeiten gebaut ist.[5]) Die Anordnung der Schaufeln und der Lenkstangen ist dieselbe, wie beim *Priestman*greifer. Der Zylinder ist mit dem Gusstück, das die Drehzapfen der Schaufeln aufnimmt, durch kräftige vertikale Anker verbunden, und ist während des Greifens feststehend zu denken. Der untere grosse Kolben schliesst die Schaufeln, während der obere den ersten Kolben zurückzuziehen und die Schaufeln zu öffnen hat. Beide sind durch Zugstangen miteinander verbunden. Die Stopfbüchsen liegen aussen und sind daher bequem zugänglich. Der Greifer soll sich in jeder Beziehung gut bewährt haben.

Wenn es sich darum handelt, Kähne zu entleeren, die oben vollständig offen sind, so kann ein mit Greifer ausgerüsteter Kran den grössten Teil der Kohle aufnehmen, ohne dass Schaufelarbeit erforderlich ist, und es sind nur gegen Schluss der Arbeit 2 oder 3 Leute nötig, um die Reste zusammenzuschaufeln. Bei der Entladung von grösseren Schiffen jedoch, die enge Luken haben, kann der Greifer nur das unter der Luke liegende Material fassen, und das Uebrige muss zugeschaufelt werden, daher sind amerikanische Konstrukteure auf den Gedanken gekommen, Vorrichtungen zu bauen, die das seitwärts liegende Material selbst nach der Mitte hin zusammenholen, also einem ähnlichen Zwecke dienen, wie die schon mehrfach ausgeführten Beiholapparate für Getreide, die einem im Schiffsraum arbeitenden Elevator das Getreide zuführen. Eine dieser Konstruktionen, unter dem Namen *Hulett-Auslader* von der *Webster Camp and Lane Machine Co.* in Akron, Ohio, gebaut, ist in Fig. 234 skizziert[6]).

Der Greifer, der 10 t Erz fasst, ist nicht, wie sonst üblich, an Ketten aufgehängt, sondern an einem senkrechten Mast aus Schmiedeeisen exzentrisch befestigt, drehbar um dessen Achse, so dass in geöffnetem Zustande die äussere Schaufel einen Kreis von etwa 3 m beschreibt. Dadurch soll es möglich werden, nachdem der Greifer in günstigster Stellung durch die schmale Luke in den Schiffsraum gesenkt ist, auch das seitlich liegende Erz fast vollständig zu fassen und die Schaufelarbeit auf das äusserste zu beschränken. Unten in dem Mast ist der Platz des Mannes, der den Greifer bedient, so dass derselbe alle Vorgänge genau vor Augen hat. Die Schaufeln werden durch einen Dampfzylinder geöffnet und geschlossen. Der Mast hängt an einem doppelarmigen Hebel und wird durch ein Parallelogramm senkrecht geführt. Der Hebel ist auf einem

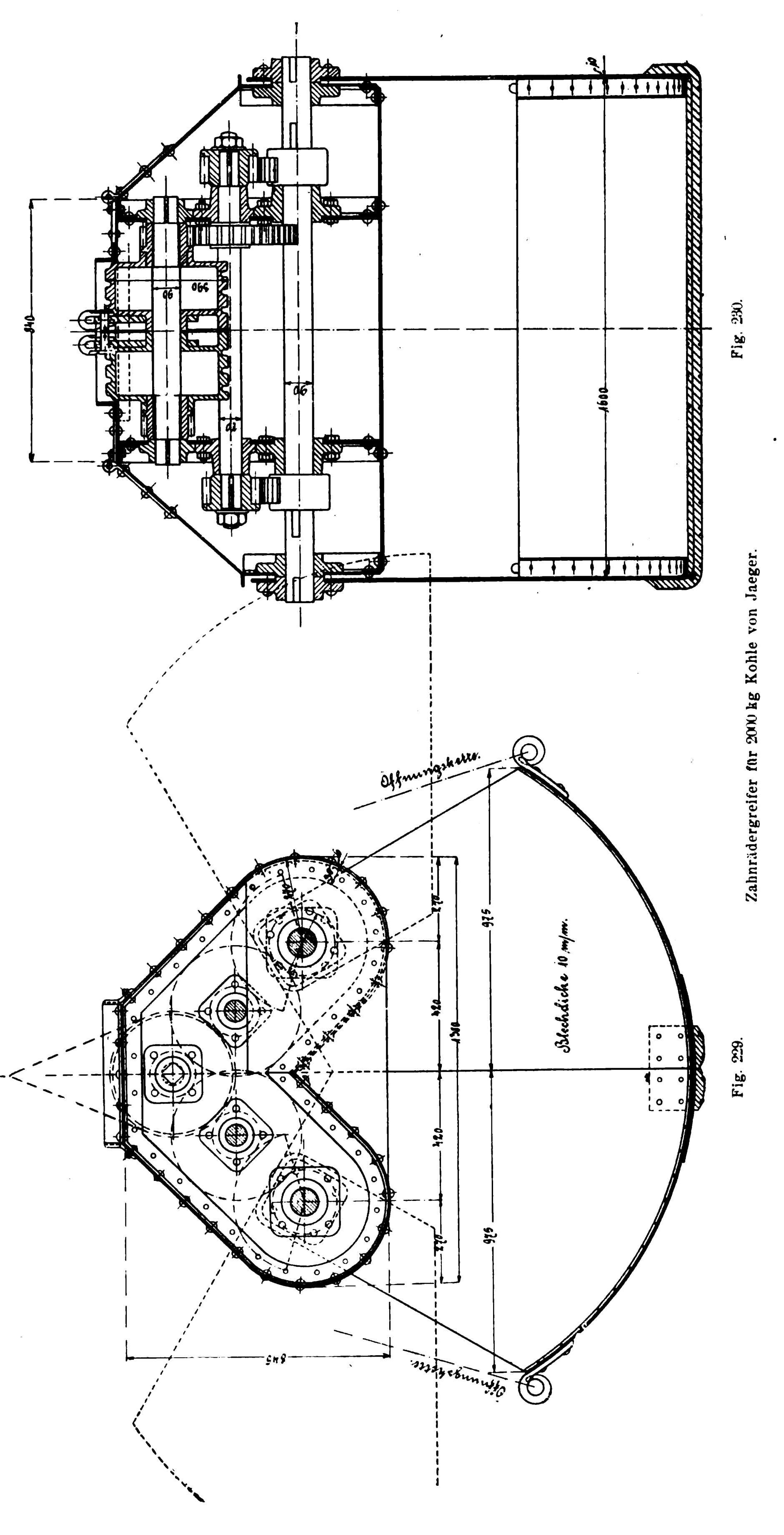


Fig. 229. Fig. 230.

Zahnrädergreifer für 2000 kg Kohle von Jaeger.

Wagen gelagert, der senkrecht zum Ufer auf einem Portalgerüst verfahren werden kann. Dieses selbst läuft auf Schienen parallel zur Uferkante und trägt an seiner landseitigen

[5]) Z. d. V. d. J. 1886, No. 46, Tafel 33.
[6]) Nach „Stahl und Eisen" 1902, S. 18 und 962.

Stütze ein Maschinenhaus mit Dampfkessel. Alle Bewegungen werden mit Dampf- oder Wasserdruck ausgeführt, die Drehung des Hebels durch den in der Skizze angedeuteten umgekehrten Flaschenzug, dessen lose Seilenden am Wagen befestigt sind.

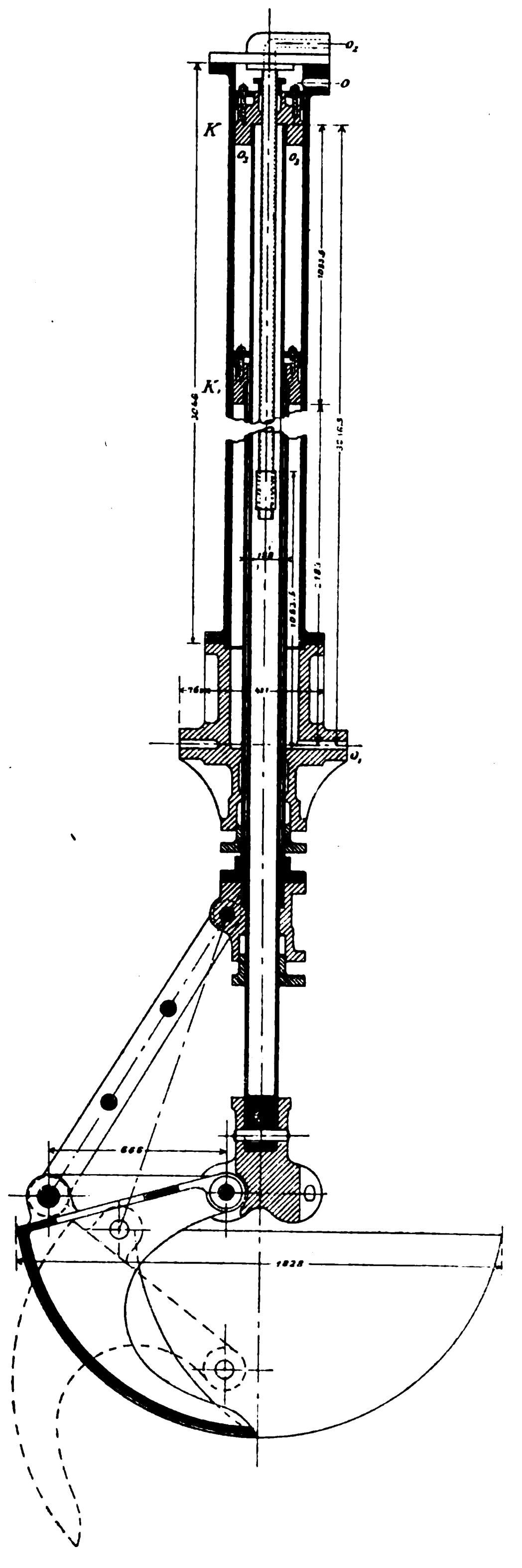


Fig. 233.
Hydraulischer Greifer.

Ist der Greifer gefüllt, so wird er gehoben, rückwärts gefahren und in den Eisenbahnwagen entleert. Zur Bedienung sind nötig ein Mann am Greifer, einer auf dem Wagen für Heben und Fahren sowie ein Heizer. Dazu kommen Aufseher und Erzschaufler. In 10 Stunden sollen 2500 t Erz übergeladen werden.

Nach einer Mitteilung in Iron Age vom 23. Jan. 1902 scheint die Maschine den gehegten Erwartungen nicht voll entsprochen zu haben, da meistens 12 bis 15 Schaufler angestellt werden mussten. Daher hat dieselbe Firma eine Vorrichtung entworfen, bei welcher der Beiholapparat und

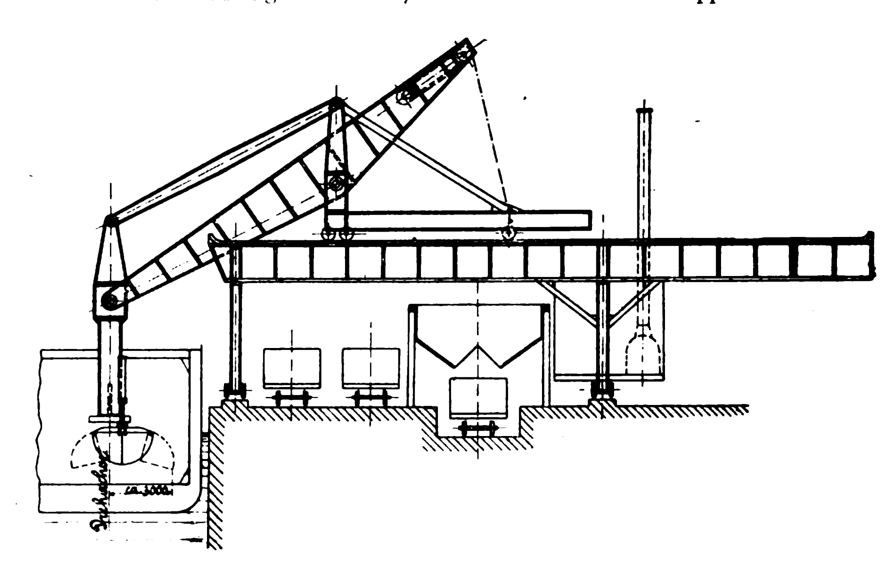


Fig. 234.
Hulett-Auslader.

der Greifer mit Zubehör zwar auf demselben Gerüst aufgebaut. aber sonst vollständig getrennt sind. Der erstere hat Aehnlichkeit mit dem *Hulett*-Auslader, konnte aber viel leichter gebaut werden, weil er keine Hubarbeit zu leisten hat. Er ist gleichfalls an einem senkrechten Mast angebracht, in dem der Maschinist seinen Platz hat. Die Kratzerschaufel hat ein Arbeitsfeld von etwa 4,5 m Radius. Der Greifer selbst hängt an einer Kette und fasst je nach der Erzsorte 2 bis 4 t. Er nimmt zunächst das Erz unter der Luke, etwa 50 v. H. der Gesamtladung auf, worauf ihm der Rest durch den Kratzer zugeführt wird. Man hofft, dass nur 1 oder 2 Schaufler nötig sein werden. Fig. 235 gibt ein Bild des Greifers, der durch die eigentümliche Form seiner Schaufeln auffällt.

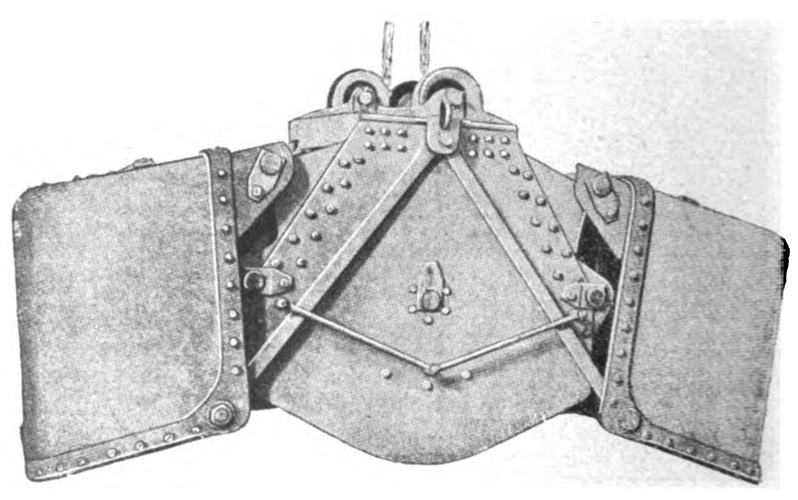


Fig. 235.

Als besonderer Vorteil gegenüber dem *Hulett*-Auslader wird in der genannten Quelle angeführt, dass die Maschine auch benutzt werden kann, um das Erz auf einen Lagerplatz zu schaffen, während jener infolge seines grossen Gewichtes sich nicht gut für lange Wege und grössere Geschwindigkeiten bauen lässt. (Fortsetzung folgt.)



Neuerungen an den verschiedenen Systemen der drahtlosen Telegraphie.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**, Wien.

(Fortsetzung von S. 292 d. Bd.)

B. Die Empfangseinrichtung.

1. Der Transformator und die Kondensatoren. Der Transformator des Empfangsstromkreises ist ähnlich wie der Transformator des Senders eingerichtet. Hingegen erhält der Kondensator dieses Kreises viel geringere Abmessungen, als der des Senders. Ueber die Bauart der einzelnen Teile dieser Einrichtungen liegen keine näheren Mitteilungen vor. Fig. 21 zeigt die Aussenansicht eines derartigen Empfangsstromkreises für Wellenlängen von 200 m.

2. Der Fritter. Als Fritter wird der bereits früher beschriebene Fritter mit polierten Stahlelektroden und zertrümmerten Stahlteilchen als Frittpulver verwendet. Wiewohl eine Evakuierung des Fritters vielseitig als vorteilhaft angesehen wird, ist von einer solchen Abstand genommen worden, weil der Hauptwert darauf gelegt wurde, dass ein einmal unbrauchbar gewordener Fritter wieder leicht in den Anfangszustand zurückgeführt werden könne, was bei einem luftleer gemachten, daher nach aussen vollständig abgeschlossenen Fritter unmöglich ist.

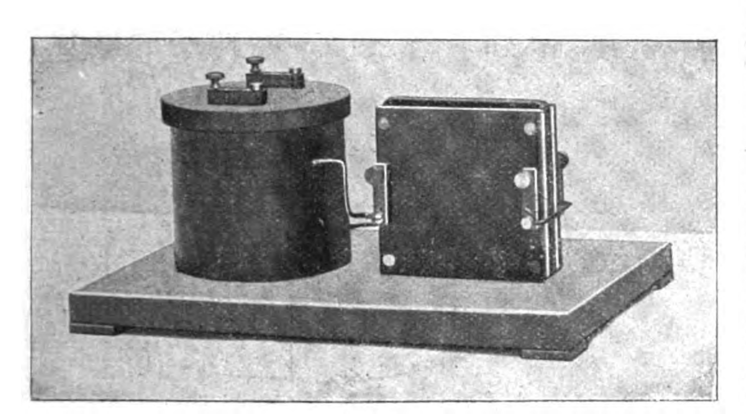


Fig. 21.
Empfangsstromkreis: Transformator und Kondensator.

Trotzdem soll dieser Fritter die gleiche Empfindlichkeit zeigen, wie die besten luftleer gemachten Fritter, letztere aber an Zuverlässigkeit der Wirkung übertreffen. Die Empfindlichkeit dieses Fritters soll durch Verwendung gröberen Stahlpulvers, jedoch nur auf Kosten der genauen Wirkung wesentlich gesteigert werden können. Somit lässt sich mit einem derartigen Fritter den verschiedensten Anforderungen Rechnung tragen. Die äussere Ansicht, sowie die Einzelheiten eines solchen Fritters zeigt Fig. 22.

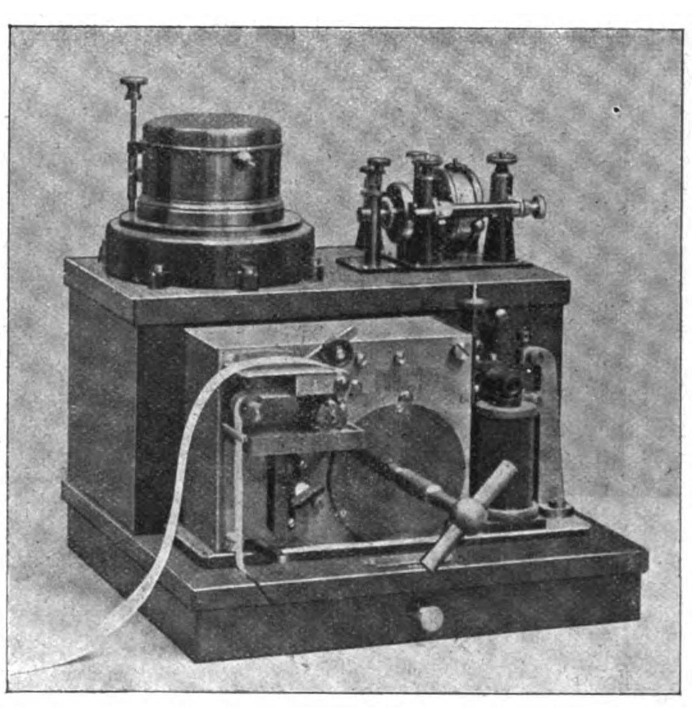
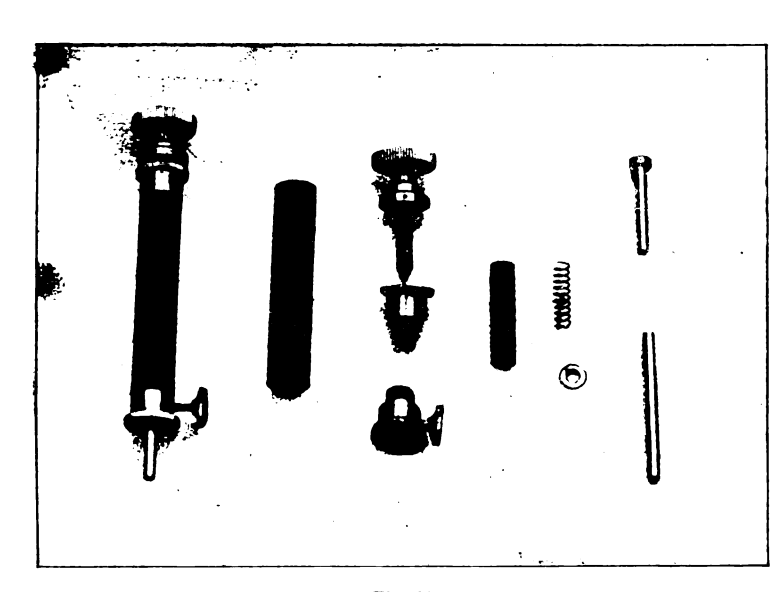


Fig. 23.
Anordnung der Empfangsapparate.



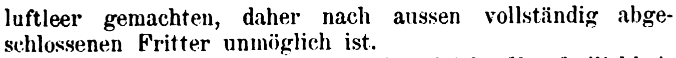


Fig. 22.
Der Fritter und seine einzelnen Teile.

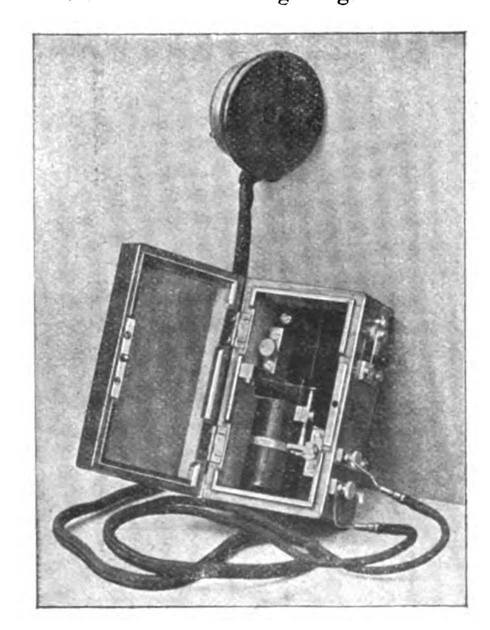


Fig. 24.
Der Hörer.

Ein derartiger Fritter arbeitet nach den gemachten Erfahrungen nicht mehr so genau, wenn seine Elektroden magnetisch geworden sind. Dagegen wird seine Empfindlichkeit durch einen gewissen schwachen Magnetismus der



Elektroden wesentlich erhöht, ohne dass seine Zuverlässigkeit hierdurch merkbar beeinflusst wird. Hieraus ergab sich die Möglichkeit einer magnetischen Regulierung des Fritters, durch welche der vorerst erwähnte Nachteil beseitigt und Fritters sich befindet. Durch Drehung des Magnetringes lässt sich nach Belieben und Bedarf entweder der Nord- oder Südpol desselben, dem Elektrodenende nähern und hierdurch dessen wirksame Endfläche süd- oder nordpolar in jeder ge-

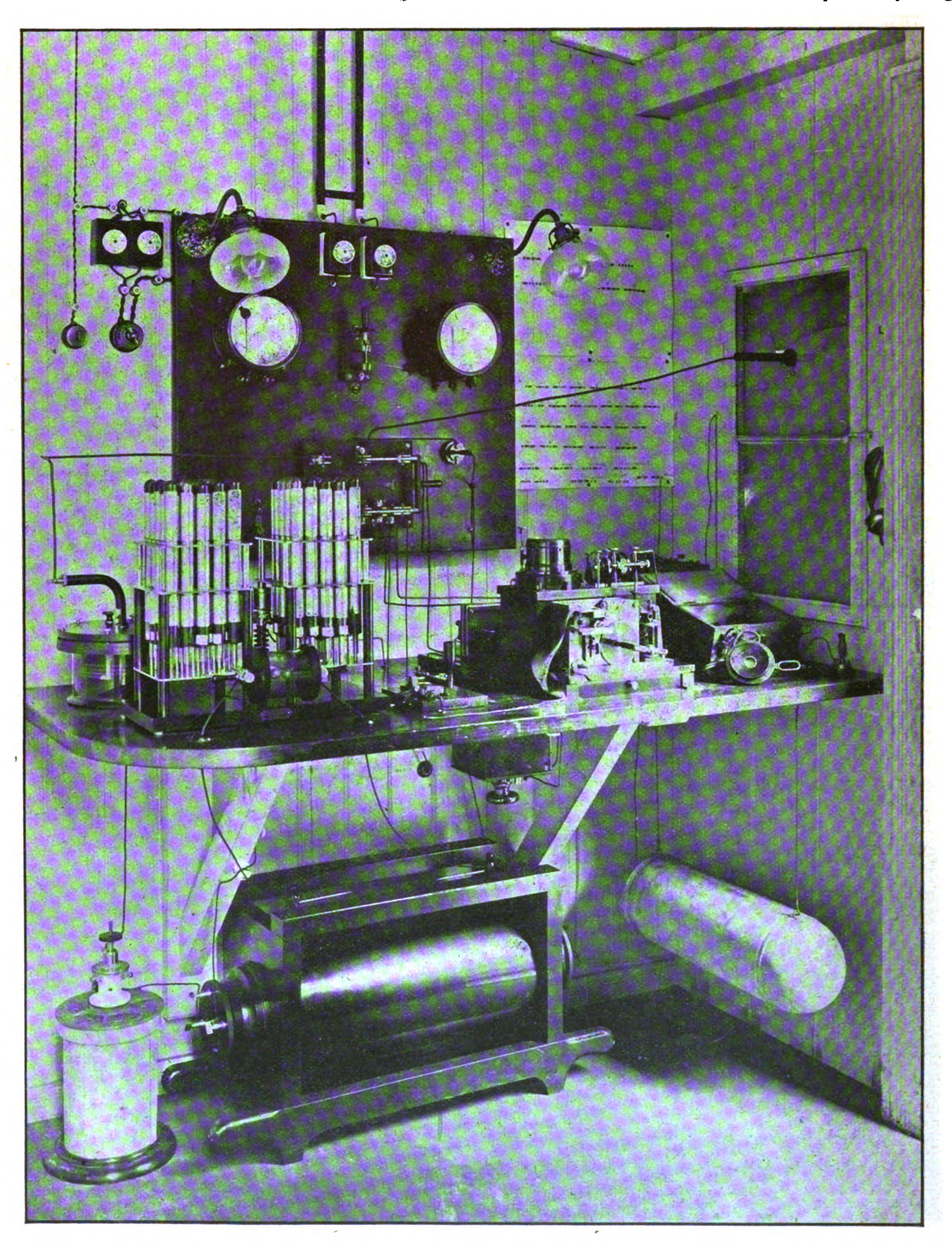


Fig. 25.
Gesamtanordnung.

der Vorteil der geringen Magnetisierung nutzbar gemacht werden konnte. Diese Regulierung wird durch einen permanenten Ringmagneten bewirkt, zwischen dessen einander nahe gegenüberliegenden Polen die eine verlängerte Elektrode des wünschten Stärke magnetisieren, oder auch vollständig unmagnetisch machen.

Fig. 23 gibt eine äussere Ansicht der gesamten Empfangsapparate, bestehend aus Fritter, nebst zugehörigem mag-

netischen Regulator, Relais, als welches ein empfindliches Dosenrelais benützt wird, und dem Schreibapparate. Die gleichfalls erforderliche Batterie ist im Inneren des Kästchens untergebracht, auf welchem die Apparate aufgebaut sind.

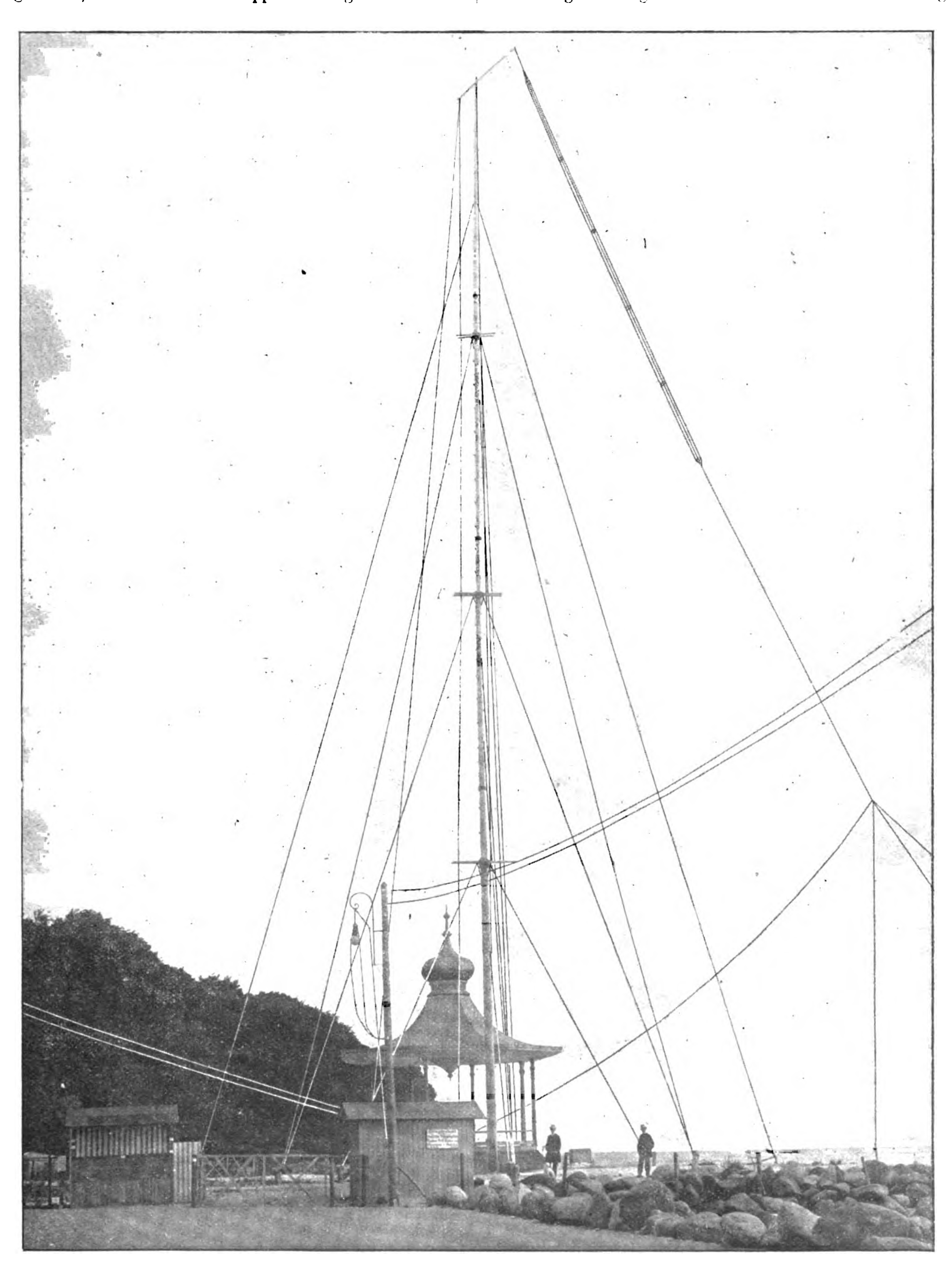


Fig. 26.

3. Der Hörer. Dieser in Fig. 24 geöffnet dargestellte Hilfsapparat wird an Stelle des Schreibapparates dann verwendet, wenn auf eine schriftliche Wiedergabe der einlangenden Zeichen verzichtet wird. Er gestattet die Aufnahme der letzteren nur mittels Telephon, ist aber dafür mindestens dreimal so empfindlich, als der Fritter und arbeitet mit einer beinahe vollkommenen Sicherheit, so dass auch bei seiner Benutzung durch geübtes Personal eine Verstümmelung der Nachrichten ausgeschlossen ist. Ausserdem bedarf dieser Apparat keines Schutzes vor dem Geberfunken, wie dies bei dem Fritter notwendig ist, und verträgt derselbe wegen seiner einfachen Konstruktion die unsanfteste Behandlung. Die

Konstruktion dieses Apparates ist Herrn *Dr. Köpsel* zu verdanken, welcher sich überhaupt um die Weiterentwicklung dieses Systemes der drahtlosen Telegraphie in hervorragendem Masse verdient gemacht hat.

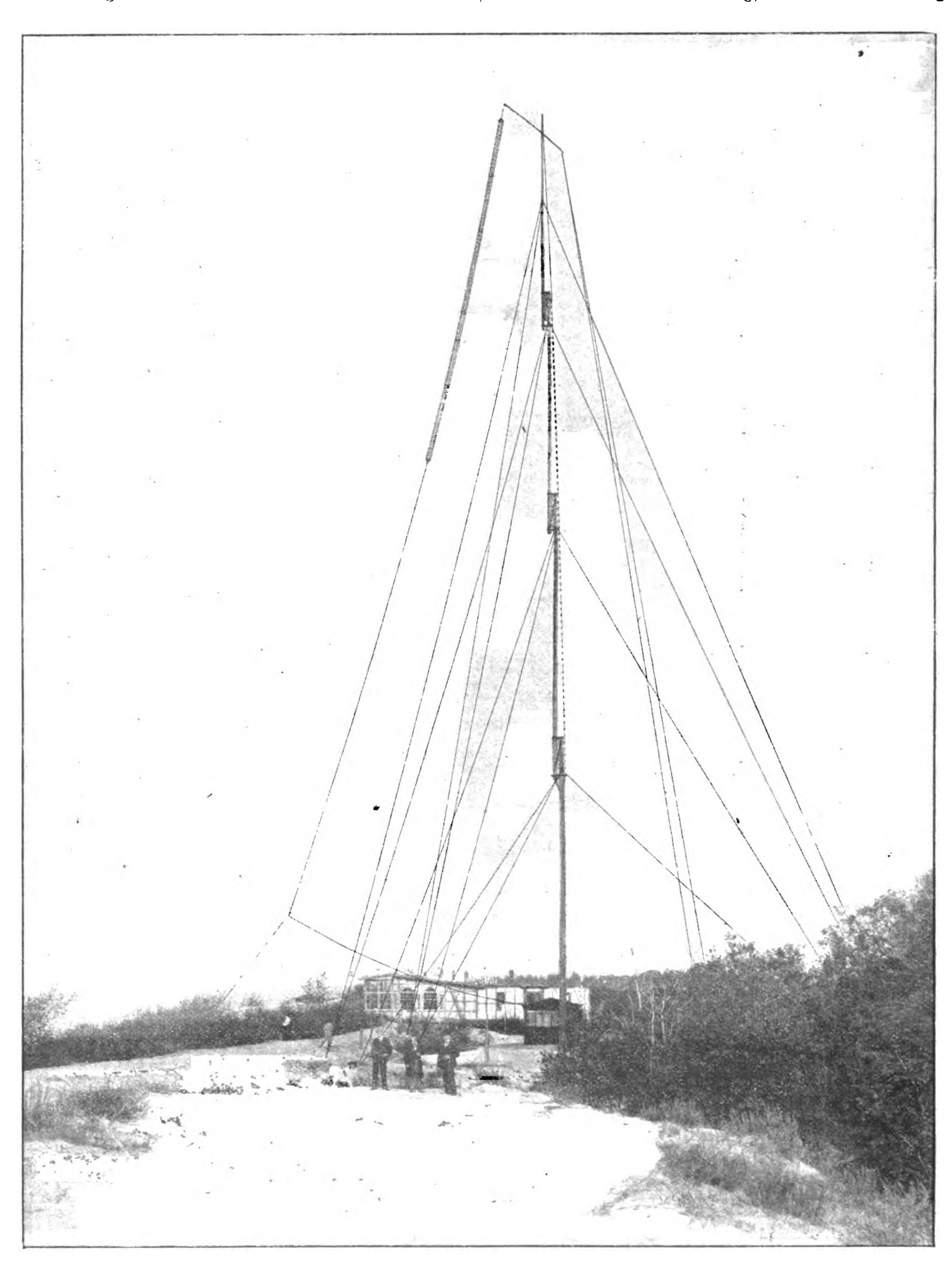


Fig. 27.

Da sich durch die grosse Empfindlichkeit dieses Empfängers, die Entfernungen, über welche noch Nachrichten vermittelt werden können, um das zwei- bis dreifache vergrössern lassen, so kann derselbe mit Vorteil für die Erreichung grosser Entfernungen verwertet werden, wenn eben die Niederschrift der Nachrichten durch einen eigenen Apparat nicht zur Bedingung gemacht wird. Hauptsächlich ist er aber imstande alle Versuche zur Abstimmung, welche die Wahrung des Geheimnisses anstreben, zu vereiteln. Da dieser Apparat im Telephon auch die Frequenz des Gebers zum Ausdruck bringt, so ist man mit seiner Hilfe in der Lage, durcheinander gegebene Nachrichten verschiedener Geber in der Weise von

einander zu trennen, dass man ihn durch Anwendung geeigneter Resonatoren auf die gesuchte Frequenz abstimmt.

Der Apparat besteht im wesentlichen aus einem an einer Blattfeder befestigten, harten Stahlplättchen, gegen welches eine Kohlen- oder Stahlelektrode, die meist zu einer Spitze ausgebildet ist, mittels einer Mikrometerschraube angedrückt werden kann. Diese Vorrichtung wird nun mit einem Trockenelement und einem Telephon in Reihe geschaltet und bildet so den gesamten Empfänger, welcher an jede beliebige, abgestimmte oder nicht abgestimmte Station angeschaltet werden kann. Es hat sich nun gezeigt, dass man den Druck, mit dem die beiden Elektroden (Stahl und Kohle) aufeinander pressen, dann bedeutend steigern kann, wenn man die elektromotorische Kraft des verwendeten Elementes in entsprechender Weise herabmindert. Durch diese Druckerhöhung wird der Apparat gegen Störungen durch Erschütterungen fast unempfindlich und wird deshalb jedem Apparate eine Vorrichtung zur Regulierung des Druckes und der elektromotorischen Kraft des Elementes beigegeben.

Seitens der *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie System Prof. Braun und Siemens & Halske* werden auch Demonstrationsapparate, gebaut, die namentlich für die Verwendung an höheren Schulen bestimmt sind. Mit diesen Apparaten lassen sich alle bei der drahtlosen Telegraphie auftretenden Erscheinungen in sehr anschaulicher Weise vorführen und würde sich eine Beschreibung derselben lohnen, wenn nicht allzugrosse Weitschweifigkeit vermieden werden müsste. Da übrigens genannte Gesellschaft sicher gerne bereit sein wird, die von ihr herausgegebene Beschreibung der Apparate an Interessenten abzugeben, so sei hiermit auf diese Beschreibung aufmerksam gemacht.

Eine Gesamtanordnung der Einrichtungen, wie solche auf der Hochbahnstation in Berlin ausgeführt wurde, zeigt Fig. 25.

Auf diesem Bilde (Innenansicht) sieht man den Luftdraht von rechts durch das Fenster an den mittleren Kontakt des Universalumschalters geführt. Die beiden Arme des Umschalters sind durch ein Hartgummistück verbunden und schalten bei Lage nach rechts den Empfänger-, und bei Lage nach links den Senderkreis ein. Zum Speisen des Induktors dient in diesem Falle eine Netzspannung von 110 Volt. Die primäre Spule des Induktors erhält ihre Unterbrechungen durch den elektrolytischen *Wehnelt*unterbrecher (unten rechts). Die sekundären Windungen des Induktors sind zur Funkenstrecke geführt, die sich in einer Schalldämpfung aus Glas befindet. Die Pole der Funkenstrecke sind je mit einem Belage der einen Hälfte des zweiteiligen Flaschensystems verbunden. Der untere Belag der Flaschenhälften erhält seine Verbindung durch eine dicke Spule, deren Abmessungen aus der Kapazität des Kondensatorsystems und der Länge des Luftdrahtes berechnet werden. Die in dem Schwingungskreise entstehenden elektrischen Schwingungen werden von der dicken primären Windung, der dünneren Sekundärwindung im Oeltransformator aufgezwungen (am Tische links oben). Die freien Windungen der sekundären Windung führen nun einerseits durch den Umschalter zum Luftdraht und andererseits zu einer Zinktrommel, die figürlich das Gegengewicht des Luftdrahtes bildet (rechts unten). Durch Druck auf den *Morse*taster werden Funken von kurzer und langer Dauer erzeugt, die sich am Empfangsapparate als Punkte und Striche darstellen.

Der Empfangsapparat besteht wieder aus dem *Braun*schen Schwingungskreise, der nur in bedeutend kleinerem Verhältnis gebaut ist. Als Kapazität dient hier ein kleiner Luftkondensator, an dessen äusseren Belag die primäre Spule angelegt und dessen innerer Belag kurz geschlossen ist. Mit den Enden der Sekundärspule ist der Fritter verbunden,

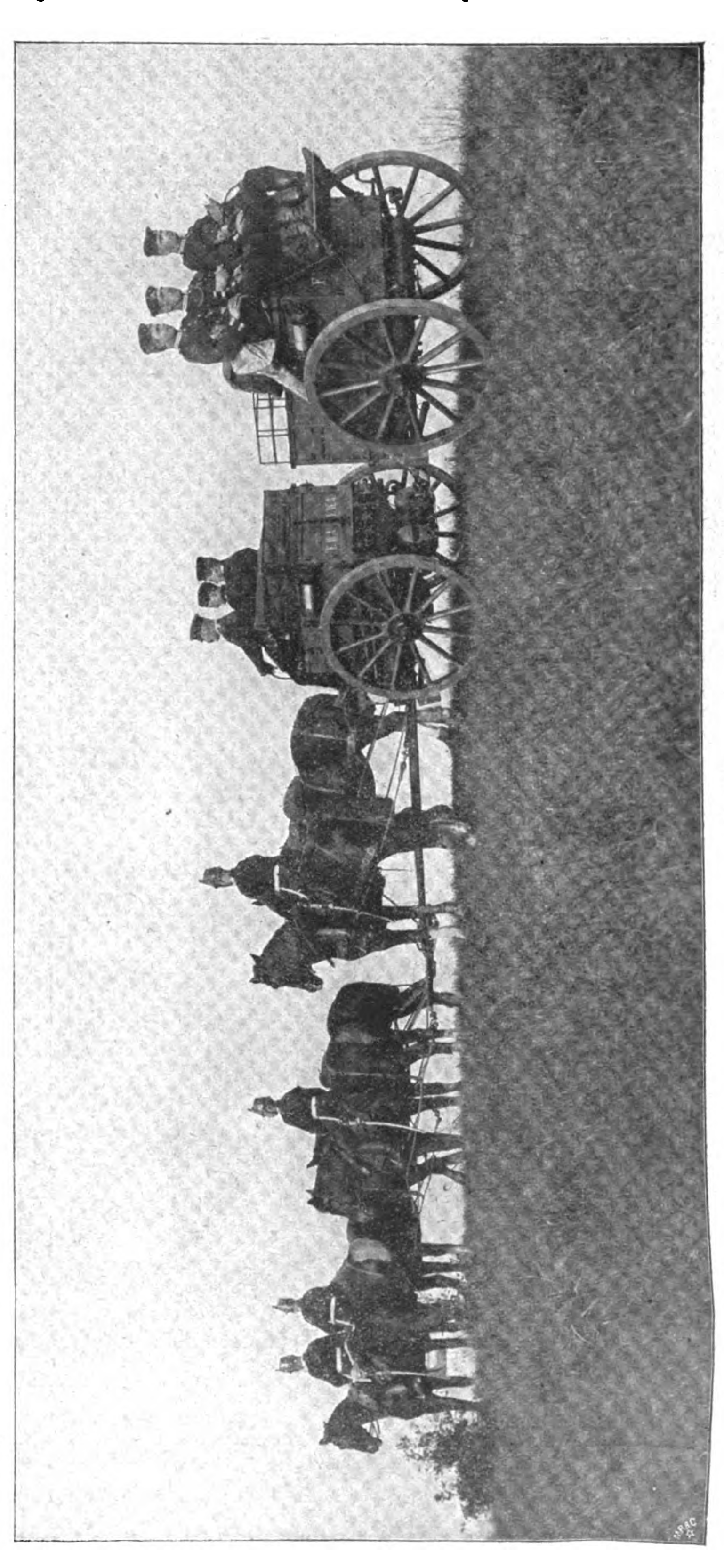


Fig. 28.
Funkenwagen während der Fahrt.

der seinerseits wieder das Relais erregt. Das Relais löst den Klopfer und den hierzu parallel geschalteten *Morse*schreiber aus.

Die ersten von der Gesellschaft ausgeführten Stationen Cuxhaven—Elbe-Leuchtschiff, welche auch mit der Versuchsstation Helgoland in ständigem Verkehr standen und für den Lotsendienst praktische Verwendung fanden, haben

sich laut Gutachten des Kommandeurs und Lotseninspektors *Kördell*, wie aus seinem amtlichen Gutachten hervorgeht, vollkommen bewährt und während 6 Monaten des Betriebes unter allen Witterungsverhältnissen betriebssicher gearbeitet.

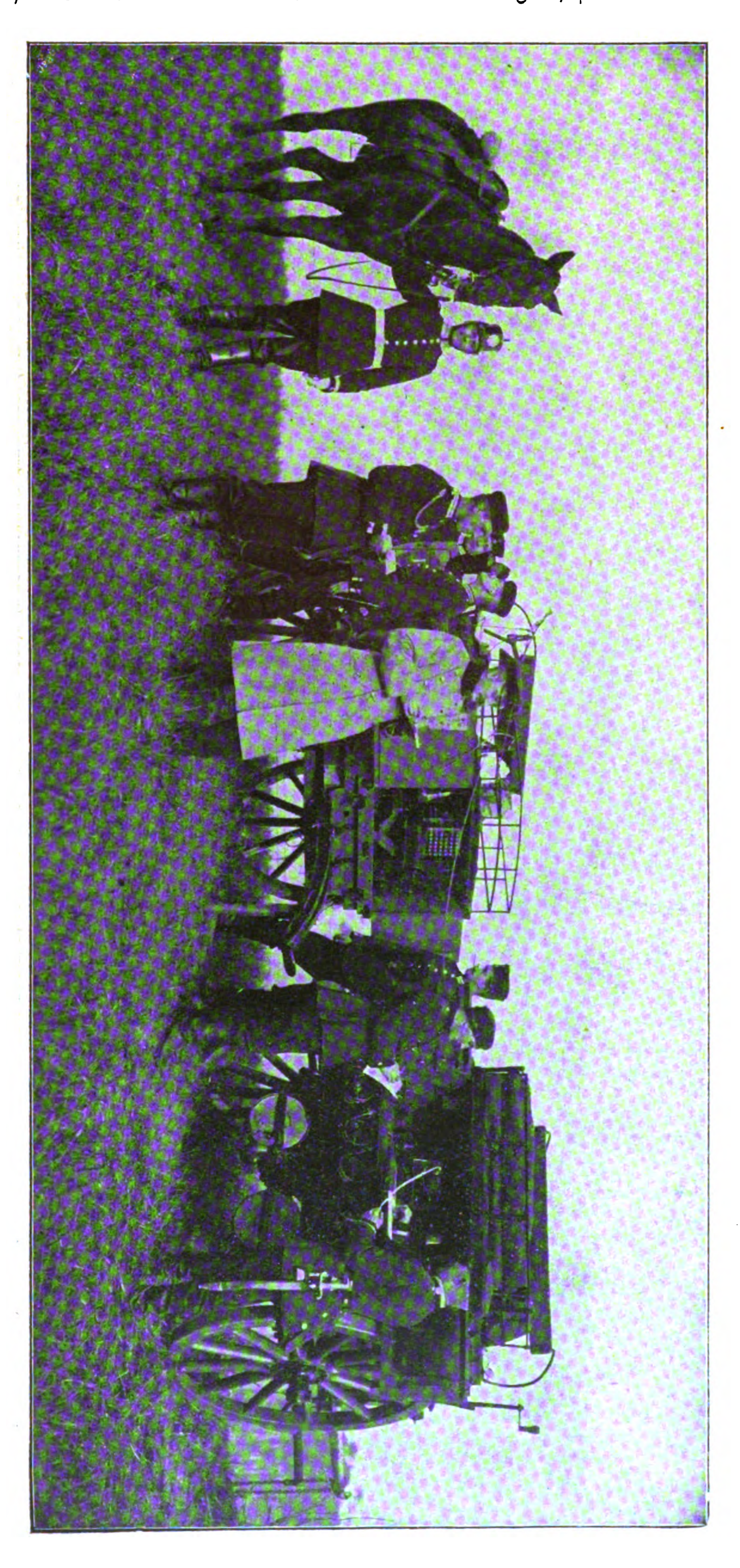


Fig. 29. Funkenwagen abgeprotzt und betriebsfertig.

Die hierbei in Betracht kommenden Entfernungen waren 32, 33 bezw. 65 km. Im Sommer 1902 wurden an der Ostsee in den Orten *Sassnitz auf Rügen* und *Gross-Möllen* an der pommerschen Küste zwei neue, nur zu Versuchszwecken bestimmte Stationen errichtet, die gleich nach Vollendung der Einrichtung auf eine Entfernung von 165 Kilometern zuverlässig mit dem Schreibapparat arbeiteten. Bei beiden ist, wie aus den Fig. 26 und 27 zu entnehmen ist, an einem 50 m hohen Maste ein Draht von 57 m Länge im Winkel nach oben geführt, der oben in ein Netz von sechs parallelen Drähten ausläuft.

Auch diese Gesellschaft hat fahrbare Telegraphenstationen für militärische Zwecke geschaffen, die sich bei den letzten deutschen Manövern bestens bewährt haben sollen. Das Königl. Luftschifferbataillon hatte für diese Zwecke zwei feste und drei fahrbare Stationen bezogen. Letztere vermochten den schnellsten Bewegungen der Truppen zu folgen und waren sofort nach Abprotzen betriebsfertig. Der Luftdraht wurde hierbei bei günstigem Wetter mit Drachen, bei ungünstigem Wetter mit kleinen Ballons hochgezogen. Das zur Füllung der Ballons erforderliche Gas wurde in eisernen Flaschen, die unterhalb des Funkenwagens untergebracht wurden, mitgeführt. Den bisherigen Erfahrungen entsprechend wurden die Funkenwagen in der Form von Artillerieprotzen gebaut.

Im Hinterwagen war der Senderapparat mit Stromquelle, die aus einer von einem Benzinmotor angetriebenen Dynamo bestand, untergebracht. Im Vorderwagen befanden sich der Empfänger und die erforderlichen Reserveteile, sowie andere militärische Gegenstände.

Die Fig. 28 und 29 zeigen einen derartigen Funkenwagen während der Fahrt und abgeprotzt und betriebsfähig hergerichtet.

Im Nachstehenden ist ein Auszug aus dem „Militärwochenblatte" No. 104: „Das Kaisermanöver 1902" gegeben:

„Die Funkentelegraphie benutzte das System *Braun-Siemens*, dass sich ausserordentlich gut bewährt hat.

Die fahrbaren Stationen kamen täglich zu ausgiebigster Verwendung. So übermittelten sie beim Generalkommando, V. Armeekorps und bei der Kavalleriedivision B Befehle und Meldungen zwischen diesen Stellen; ebenso vermittelte die vom 10. September ab vom V. zum III. Armeekorps übergetretene Station den Befehls- und Nachrichtenverkehr zwischen Generalkommando und Kavalleriekorps. Mit dem Morseschreibapparat arbeiteten die Stationen noch sicher bis auf zwei Tagmärsche, mit dem Hörapparat auf 3—4 Tagmärsche."

(Fortsetzung folgt.)

Neue Einrichtungen und Nebenvorrichtungen zur Zugsicherung auf Eisenbahnen.

(Fortsetzung von S. 300 d. Bd.)

V. Verbessertes elektrisch-selbsttätiges Blocksignal von Puntnam & Webster.

Verschiedene amerikanische Leichtbahnen beabsichtigen neuerdings, wie *Electrical World and Engineer* meldet (vgl. a. Zeitschrift f. Elektrotechnik vom 14. Dezbr. 1902), eine Verbesserung der *Puntnam-Webster*schen elektrisch-selbsttätigen Blocksignaleinrichtung (vergl. D. p. J. 1892, Bd. **286**, S. 209), deren Anordnung aus Fig. 7 erhellt, zur Einführung zu bringen. Vorliegendenfalls ist die Gesamtstrecke der Bahn, die als doppelgleisig gedacht ist, auf jedem Gleis nach gewöhnlicher Weise in Blockabschnitte geteilt, innerhalb welcher sich nie mehr als nur ein einziger Zug befinden darf. Ueberall, wo je zwei benachbarte Blockabschnitte aneinanderstossen, d. i. an den sogenannten Blockstellen *III, IV, V, VI* . . . befindet sich ein in ein wetterdichtes Kästchen eingebautes Doppelrelais, das an irgend einer Gebäudewand aufgehängt oder in einer besonderen Bude untergebracht wird. Jedes dieser Doppelrelais besteht aus zwei von einander unabhängigen Elektromagneten r_3, r_4, r_5, r_6 . . . und r_3', r_4', r_5', r_6' . . . zwischen deren Polschuhen eine Ankerzunge a_3, a_4, a_5, a_6 . . . hin und her gelegt werden kann, und die Signalvorrichtung m dient die aus einer Speicherbatterie oder auch aus einer kleinen Dynamomaschine bestehende Stromquelle b, deren Pole für gewöhnlich einerseits über die Spulen eines Elektromagnetes m zu einer Radachse p der Lokomotive und andererseits unmittelbar zu einer Radachse q des Tenders in Anschluss stehen. Die beiden Radachsen p und q sind aber von einander isoliert und nur durch die Räder und die Fahrschienen des Gleises leitend miteinander verbunden. Ersichtlichermassen ist letzteres immer der Fall, so lange nicht das eine oder andere Räderpaar auf eines der isolierten Gleisstücke gelangt und auch dann braucht unter Umständen der Schliessungskreis der Stromquelle b, die also für gewöhnlich Dauerstrom liefert, keine Unterbrechung zu erleiden.

Wenn ein Zug in einen Blockabschnitt einfährt, so findet er, vorausgesetzt, dass die Strecke frei ist, das Doppelrelais der Blockstelle in der Kontaktlage vor, wie es in *V* und *VI* angedeutet erscheint. Führe also beispielsweise der Zug z in den Blockabschnitt *V—VI* ein, so wird in dem Augenblicke, wo das Räderpaar p auf i_5 und i'_5 gelangt, während sich die Räder der Achse q noch auf den Schienen-

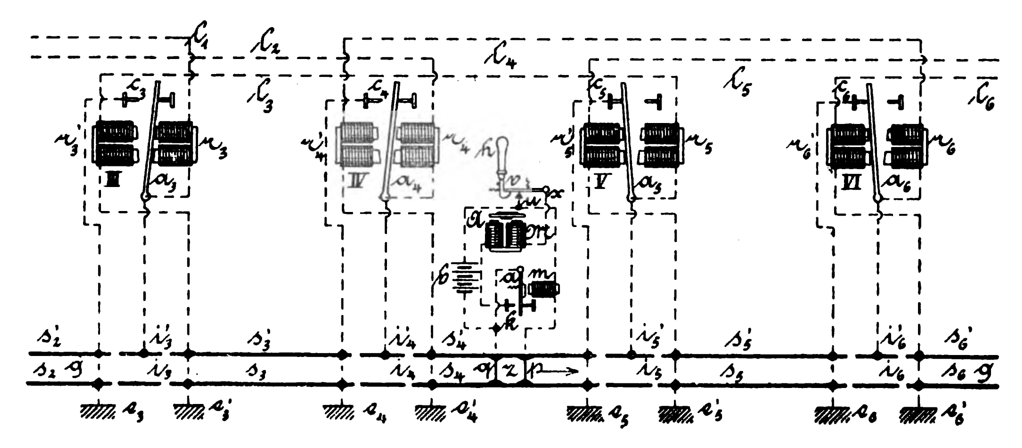


Fig. 7.

nach links gelegt, wie es beispielsweise auf den Blockstellen *V* und *VI* der Fall ist, einen Kontakt c_3, c_4, c_5, c_6 . . . schliesst, der bei der zweiten, in *III* und *IV* ersichtlich gemachten, aussergewöhnlichen Lage des Ankers unterbrochen bleibt.

An jeder Blockstelle sind ferner in das Eisenbahngleis g g besondere Schienen i_3, i_4, i_5, i_6 . . . und i'_3, i'_4, i'_5, i'_6 . . . eingeschaltet, welche vom Eisenbahnoberbau, sowie gegenseitig und von den anstossenden Schienensträngen s_2, s_3, s_4, s_5, s_6 . . . und s'_2, s'_3, s'_4, s'_5, s'_6 . . . wohl isoliert sind, wogegen die letzt angeführten Gleisstücke als Erdleitungen bezw. Rückleitungen dienen und sonach einer Isolierung nicht bedürfen. Mit diesen Schienenleitungen stehen die vorerwähnten Doppelrelais durch Kabelanschlüsse, die in Fig. 7 durch gestrichelte Linien gekennzeichnet sind, in leitender Verbindung. Ausserdem sind die Relais auch untereinander durch gewöhnliche Freileitungen l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6 . . . verbunden, derart, dass der linksseitige Elektromagnet jeder Blockstelle mit dem rechtsseitigen jeder zweitnächsten solchen Stelle zusammengeschaltet ist.

Die Signalvorrichtung, sowie die Stromquelle, welche den Signalbetrieb zu besorgen hat, werden lediglich von den Zügen mitgeführt, wo sie auf der Lokomotive untergebracht sind. Eine solche Lokomotiveinrichtung ist in der Zeichnung zwischen den Blockstellen *IV* und *V* schematisch angedeutet, unter der Annahme, dass sich bei z ein Zug befindet. Zur Betätigung der aus einem Elektromagneten bestehenden, als Abfallscheibe mit Glühlichtlampe und Glocke ausgebildeten strängen s_4 und s'_4 befinden, keine Stromunterbrechung eintreten, trotz der zwischen s_4 und i_5 sowie zwischen s'_4 und i'_5 bestehenden Isolierung, weil der Strom von b über q, s_4 und s'_4, c_5, a_5, i'_5, p und m einen neuen geschlossenen Weg findet. Gelangt gleich darauf die Radachse p auf s_5 und s'_5, während q noch auf i_5 und i'_5 läuft, so erfolgt gleichfalls keine Unterbrechung des Dauerstromes in m, welche die Betätigung der Signalvorrichtung mit sich bringen könnte, weil nunmehr ein anderer neuer Schliessungskreis von b aus über i'_5, r_5. l_3, r'_3, e_3, e'_5, p und m an die Stelle des gewöhnlichen tritt. Der in diese Schleife tretende Strom bleibt kräftig genug, um die Auslösung der Signalvorrichtung auf der Lokomotive zu verhindern, während er gleichzeitig die beiden Relais r_5 und r'_3 wirksam macht, demzufolge ersteres den Anker a_5 an sich zieht, d. h. den bisher bestandenen Kontakt c_5 unterbricht, wogegen r'_3, durch Anziehung des Ankers a_3 den geöffneten Stromweg c_3 schliesst.

Auf diese Weise hat sich der ins Auge gefasste Zug in *V* gegen Folgezüge gedeckt, während er gleichzeitig auf der Blockstelle *III* das Fahrverbot hinter sich wieder aufhob, um das Nachrücken weiterer Züge zu ermöglichen; denn, sobald ein Zug eine Blockstelle überfährt, wo der Relaiskontakt unterbrochen und also dem Strome der Lokomotivsignaleinrichtung der weiter oben besprochene Nebenweg über den Relaisanker nicht ermöglicht ist, erfolgt die Auslösung des Signals, indem der Anker a des Elektromagnetes m abreisst. Durch dieses Abreissen wird das Erscheinen einer roten Scheibe und ein Glockenschlag bewirkt, gleichzeitig

aber auch infolge der Herstellung des Ankerkontaktes k ein Kurzschluss des Stromes über die Spulen eines zweiten Elektromagnetes M hervorgerufen, dessen Anker A das Ventil der Luftdruckbremse des Zuges öffnet, wodurch dieser selbsttätig zum Anhalten gebracht wird, wenn dies nicht etwa der Lokomotivführer absichtlich verhütet. Die selbsttätige Wirksamkeit der Zugbremse dauert nämlich genau so lange an, als der Anker a von m abgerissen bleibt, und diese Ankerlage währt auch dann noch fort, wenn die zwischen den beiden Radachsen p und q bei der Einfahrt in den Blockabschnitt für einen Augenblick bestandene Unterbrechung längst nicht mehr besteht, weil die Spulen des Elektromagnetes M aus stärkerem Draht gewickelt sind, die weit geringeren Widerstand haben, als jene von m, weshalb der in der gedachten Zeitperiode über q und p nach m gelangende Teilstrom viel zu schwach ist, als dass er die Anziehung des Ankers a bezw. die Unterbrechung des Kurzschlusses beim Ankerkontakt k bewirken könnte. Will der Lokomotivführer die selbsttätige Bremse abstellen, so muss er durch Drehung der Handhabe h erst einen Zwischenkontakt u unterbrechen, wodurch dem Strome von b der Zutritt zu M abgeschnitten und derselbe dafür gezwungen wird, wieder in seiner ganzen Stärke den Weg durch die Spulen von m zu nehmen. Der Signalelektromagnet ist nunmehr kräftig genug, den Anker a anzuziehen; er unterbricht also den Kontakt k, worauf schliesslich sämtliche Teile der Lokomotiveinrichtung ihre Grundstellung und die für gewöhnlich vorgezeichnete Wirksamkeit zurückgewonnen haben.

Das Zeichen, welches der Zug in vorgeschilderter Weise erhält, wenn sich innerhalb der beiden vor ihm liegenden Blockabschnitten noch ein Zug befindet, hat auf den mit der *Puntnam-Webster*schen Blocksignaleinrichtung versehenen, amerikanischen Eisenbahnen nicht die Bedeutung eines unbedingten Haltsignals nach der strengen Auffassung europäischer Bahnen, sondern gilt eigentlich nur als *Warnungssignal.* Ein durch die elektrische Bremsenauslösung angehaltener Zug darf daher seine Fahrt mit angemessen verminderter Geschwindigkeit und erhöhter Vorsicht wieder aufnehmen und in dieser Weise fortsetzen, bis er entweder den signalisierten, möglicherweise liegengebliebenen und hilfsbedürftigen Zug einholt, oder bis an einer der nächstfolgenden Blockstellen die Erneuerung des Warnungsignales und der selbsttätigen Bremsenauslösung unterbleibt, wodurch im allgemeinen festgestellt erscheint, dass auch das vorhin signalisierte Hindernis nicht mehr besteht.

Wie Fig. 7 zeigt, ist jeder Zug im Rücken immer durch zwei Blockstellen geschützt, was an und für sich die Sicherheit erhöht, in erster Linie aber den Zweck hat, das Auffahren eines Folgezuges zu verhüten, wenn etwa der Fall einträte, dass ein vorausgegangener Zug knapp hinter der Uebertrittsstelle zweier Blockabschnitte, d. h. innerhalb des Bremsweges des Folgezuges liegen bliebe. Auch insofern erscheint die Einrichtung richtig entworfen, als das Reissen irgend einer der Leitungen nur überflüssige oder vorzeitige Warnungssignale nicht aber das für *Freie Fahrt* geltende Ausbleiben des Signals zur Folge haben kann. Letzteres gilt — wenigstens bis zu einem gewissen Masse — nämlich für den betreffenden Zug, auch hinsichtlich des Versagens der Stromquelle, weil bei Eintritt eines solchen Fehlers der Anker a abfällt und daher das Scheiben- und Glockensignal hervorruft. Ueberdem sind behufs Wahrnehmung und Ueberwachung der regelrechten Stromarbeit noch ein paar Glühlichtlämpchen oder andere Kontrollvorrichtungen angeschaltet, welche dem Lokomotivführer ununterbrochen und unzweifelhaft anzeigen, wie es mit der Stromquelle steht. Ein Zug, bei dem diese versagt, darf nach Eintritt des Anstandes seine Fahrt nur fortsetzen, wenn sich innerhalb der zwei nächsten Blockabschnitte eine Station befindet, wo eine Verständigung des nächsten Folgezuges möglich ist. Anderenfalls muss der Zug, gleich wie bei einem Gebrechen der Lokomotive oder dergl., die Fahrt einstellen und sodann abwarten bis ihn der erste Folgezug erreicht; erst nach stattgehabter gegenseitiger Vereinbarung kann die Weiterfahrt erfolgen. Der Zug mit der untauglich gewordenen Signalstromquelle kann eben nach rückwärts nur unter dem obgedachten günstigen Umstand, dass eine Station in der Nähe ist, als geschützt angesehen werden, andernfalls aber nicht, wie sich leicht nachweisen lässt. Sei beispielsweise auf der Lokomotive des in Fig. 7 bei z angedeuteten Zuges die Stromquelle b untauglich geworden, so bleibt derselbe allerdings durch die beiden Blockstellen *III* und *IV* gedeckt, wo auch dann, wenn der Zug z seine Fahrt fortgesetzt und die Blockstellen *V* und *VI* passiert hätte, ebensowenig die entblockende Ankerumlegung im Doppelrelais hervorgerufen werden könnte als die blockierende Ankerumlegung auf der Blockstelle *V* und später in *VI*. Ein nachfolgender Zug würde also in der Tat bei *III* schon durch Auslösung des Signals und der selbsttätigen Bremse gewarnt, ebenso nochmals bei *IV*, nicht mehr aber bei der Blockstelle *V*, weil dieselbe nicht geblockt ist; von hier an würde demgemäss der Folgezug seine fahrplanmässige Geschwindigkeit wieder aufnehmen und infolgedessen den vorausgehenden Zug bald einholen können.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Schweissen vermittels Thermit.

An dem Postdampfer „Sevilla" der Hamburg-Amerika-Linie sind in Hamburg mit dem Schweissen des gebrochenen Hinterstevens vermittels Thermit (D. p. J. 1902, Bd. **317**, S. 672) recht günstige Erfahrungen gemacht worden.

Der Steven dieses Schiffes war unterhalb des Schraubenloches gebrochen. Nachdem lediglich das Ruder ausgehoben war, wurde das Eisen an der Bruchstelle rotglühend gemacht und mit einem doppelwandigen, enganschliessenden Kasten umgeben, zwischen dessen Wänden sich eine Füllung von Asbest oder Graphit befand. Ein doppelwandiger Trichter, dessen Wände ebenfalls mit Graphit oder Asbest ausgefüllt waren, wurde dann über der Bruchstelle angebracht, und das in dem Trichter enthaltene, chemisch reine Eisen vermittels Termit geschmolzen und durch ein in das untere Ende des Trichters gestossenes Loch in den Formkasten um und durch die Bruchstelle fliessen gelassen.

Nachdem alles abgekühlt war, wurden die Vorkehrungen entfernt, einzelne an der Bruchstelle sitzende Eisenklumpen mit Meissel und Hammer gut abgeschlagen, und eine Durchbohrung der Bruchstelle vorgenommen. Diese ergab, dass alles gut verbunden war.

Die grosse Bedeutung dieses Verfahrens für derartige Reparaturen im Schiffbau ist daran zu erkennen, dass man bisher bei solchen Fällen das Hinterschiff hat aufreissen und den Steven herausnehmen müssen.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 21. **Berlin, 23. Mai 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 312 d. Bd.)

B. Fördermittel für den Transport in senkrechter oder stark geneigter Richtung.

Vorrichtungen, die Einzellasten lediglich senkrecht oder steil aufwärts zu bewegen bestimmt sind, pflegt man als Aufzüge zu bezeichnen. Gewöhnliche Lastenaufzüge finden für Kohlenförderung ziemlich selten Verwendung, am häufigsten kommen sie in Gasanstalten vor. Der Fahrkorb ist dann mit Schienen versehen, um die Wagen einer Geleis- oder Hängebahn aufnehmen zu können.

Der Aufzug bietet den Vorteil, dass er die Kohle ohne Umladung transportiert, in den Behältern, in denen sie vom Lagerplatze angefahren wird. Sonst ist er aber, mässige Hubhöhe vorausgesetzt, gegenüber kontinuierlich wirkenden Fördermitteln im Nachteil, da er wenig leistungsfähig, sowie teuer in Anlage und Unterhaltung ist, und nicht selbsttätig arbeitet, denn zum Ein- und Ausschieben der Wagen und zur Bedienung der Winde ist immer Mannschaft nötig. Wenn die betreffende Anlage überhaupt darauf eingerichtet ist, ihre Kohle auf Bahnen mit Handbetrieb zu befördern, so pflegen freilich die Leute von vornherein zur Verfügung zu stehen, Zwischenglied in einem selbsttätigen Transportgang kann aber ein Aufzug nicht werden. Daher ist er in der Regel gegenüber kontinuierlich arbeitenden Becherwerken im Nachteil und kann unter gewöhnlichen Verhältnissen nur in sehr beschränktem Masse Verwendung finden.

Eine sehr wichtige Rolle spielt der Aufzug dagegen, wenn es sich um Förderung auf grosse Höhen handelt. Die Anlagekosten nehmen nämlich mit der Hubhöhe verhältnismässig wenig zu, während der Preis eines Becherwerkes angenähert der Förderlänge proportional ist. Auch die Betriebsverhältnisse des Aufzuges gestalten sich dann günstiger, da grössere Geschwindigkeiten möglich sind, und der für die Massenbeschleunigung erforderliche Aufwand an Arbeit und Zeit weniger ins Gewicht fällt. Ein Becherwerk dagegen wird mit wachsender Länge immer schwerer und unhandlicher.

Die Gebiete, in denen der Aufzug als Fördermittel in erster Linie in Betracht kommt, sind Schachtförderung aus Bergwerken und Hochofenbeschickung. Erstere bildet ein sehr umfangreiches Kapitel für sich und kann hier keine Erörterung finden.[1]) Dagegen sollen die neueren Anordnungen von Hochofenaufzügen kurz zusammengestellt werden.

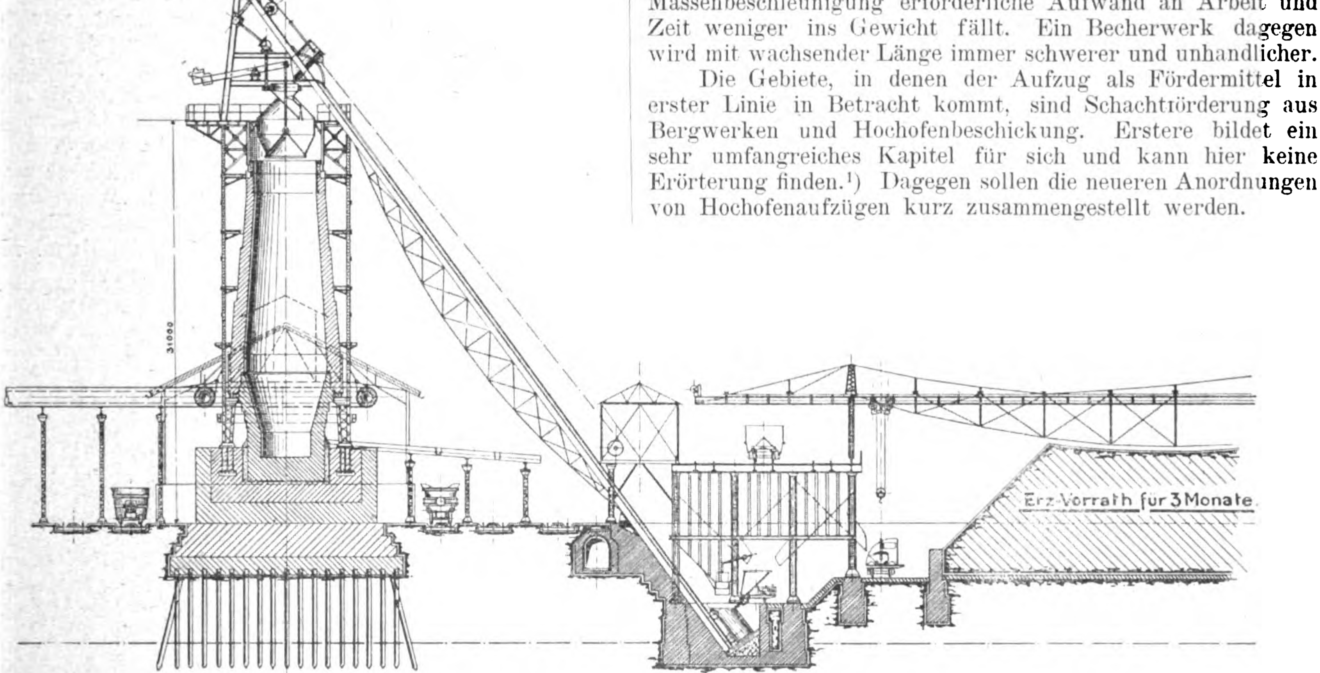


Fig. 236.
Hochofen von Poetter & Co.

Auf vielen deutschen Hüttenwerken geschieht die Lagerung und der Transport der Rohstoffe noch nach sehr wenig modernen Grundsätzen. Das Erz wird auf den Lagerplatz geworfen, dann ebenso wie die Koke in die Gichtwagen geschaufelt, die ein senkrechter Aufzug auf die Gichtbühne hebt. Bei dieser Betriebsweise ist, besonders wenn der Lagerplatz nicht in unmittelbarer Nähe der Oefen liegt, zum Füllen und Anfahren der Wagen sehr viel Mannschaft erforderlich.

[1]) Eingehend ist die Schachtförderung u. a. behandelt in dem neuerschienenen Werke: „Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues", Bd. 5.

Auf der Gichtbühne wird das Ausfahren und Kippen der Wagen von 2—4 Mann besorgt. Das Aufzuggerüst steht in einiger Entfernung vom Hochofen und ist mit diesem durch eine Brücke verbunden. Als Betriebskraft dient Dampf, Wasser, Pressluft oder Elektrizität.[2])

Wenn man diese Anordnung durch einen „selbsttätigen Schrägaufzug" nach amerikanischem Muster, wie unten beschrieben, ersetzen will, so darf als leitender Gedanke keineswegs der gelten, dass durch automatisches Kippen des Fördergefässes die wenigen Leute auf der Gicht gespart werden. Damit allein rechtfertigt sich eine so teuer und vielleicht auch weniger betriebssichere Anlage nicht. Man sollte vielmehr dann den gesamten Transport einheitlich behandeln, indem man auch bei der Zuführung des Materials zum Aufzug die Menschenarbeit auf das äusserste beschränkt und vor allem schon die Aufstapelung der Vorräte nach diesen Gesichtspunkten entwirft. Fig. 236 gibt die Skizze eines amerikanischen Aufzuges nach dem Entwurf von *Poetter & Co.*, Dortmund, bei dem diese Erwägungen berücksichtigt sind.

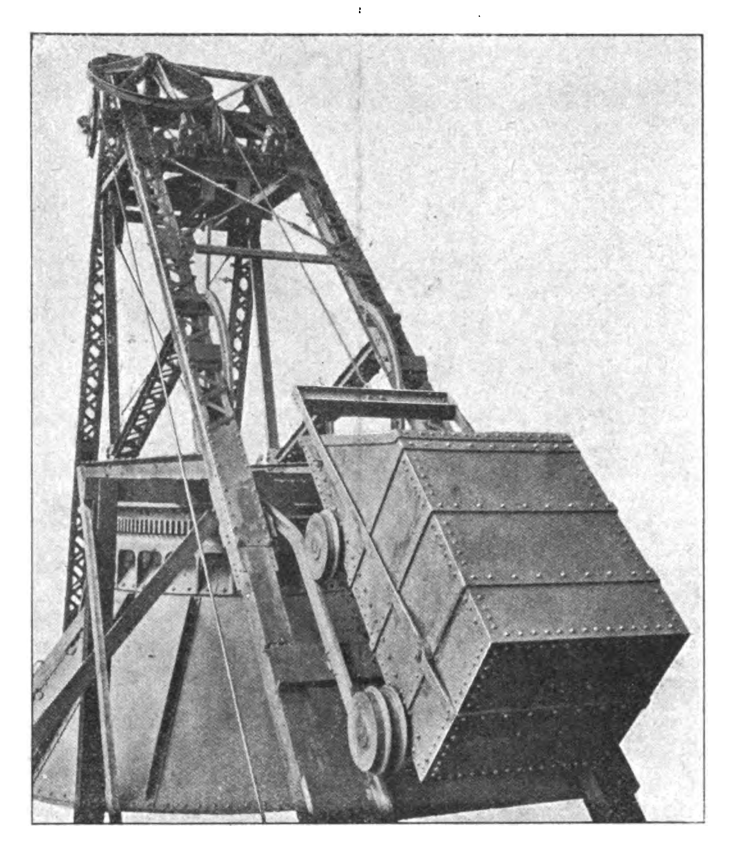


Fig. 237.
Gichtaufzug der Brown Hoisting Machinery Co.

Der Vorrat an Erz, Koks und Kalkstein, der für den täglichen Bedarf bestimmt ist, wird hier in Hochbehältern (Taschen) aus Eisen oder Holz aufbewahrt[3]), während ein grösserer Erzvorrat auf einem offenen Platze lagert. Dieser wird nur angegriffen, wenn aus irgend einem Grunde die regelmässige Erzzufuhr stockt. Den Lagerplatz überspannen Verladebrücken, deren hintere Stützen auf dem Behältergerüst laufen und die einerseits die Erze vom Schiff oder Eisenbahnwagen auf den Platz bringen, andererseits die Hochbehälter versorgen. Das mit der Bahn oder von entfernteren Teilen des Werkes in Wagen zugeführte Material wird von den durch eine Rampe mit der Hüttensohle verbundenen Hochgeleisen unmittelbar in die Vorratskammern geschüttet. In der Zeichnung sind Wagen mit selbsttätiger Seitenentleerung angedeutet.

Die Anordnung der Lagerung ist selbstverständlich in hohem Grade abhängig von der Art der Zufuhr, und daher passt die Skizze nicht für alle Verhältnisse. In älteren Werken ist es oft sehr schwierig, eine zufriedenstellende Anordnung zu finden, da es an dem nötigen Platz zu fehlen pflegt.

Aus den trichterförmigen Behältern werden die Rohstoffe in den erforderlichen Mengen in einen Wagen mit elektrischem Antrieb abgelassen, der zwischen den Tragsäulen fährt. Man kann die Füllung jedesmal genau kontrollieren, wenn man das Gefäss auf die Schneiden einer Wage setzt. Es gibt seinen Inhalt an den Gichtwagen weiter, ein Teil des Materials kann aber auch unmittelbar aus dem Behälter eingefüllt werden. Ist der Wagen voll, so wird er hochgezogen und schüttet oben seinen Inhalt in die Gicht.

Damit der Wagen selbsttätig kippt, erhalten die hinteren Laufräder einen äusseren Rand, der oben auf eine hochgeführte Schiene läuft, während die Vorderräder auf der unteren Schiene bleiben. Fig. 237 zeigt einen solchen Wagen kurz vor der höchsten Stellung. Die Abbildung gibt die Ausführung der *Brown Hoisting Machinery Co.*, Cleveland, Ohio, wieder, welcher sich der Entwurf von *Poetter* anschliesst.

Das Aufzugseil läuft über Rollen oberhalb der Gicht zur Winde, die in einem erhöht angeordneten Schutzhause untergebracht ist.

Der Niedergang des Wagens wird benutzt zur Drehung des Schütttrichters, der für gleichmässige Verteilung der einzelnen Ladungen sorgt. Er ist mit einem Zahnkranz versehen und erhält, wie Fig. 236 erkennen lässt, seine Bewegung von der Seilrolle durch eine Wellenleitung mit Kegelrädern, die sich mit der Rolle nur beim Niedergang kuppelt. Bei jedem Hube dreht der Schütttrichter sich um einen bestimmten Winkel und verteilt so das Material auf den Umfang der Glocke. Die Möglichkeit, die Rohstoffe richtig zu verteilen und zu mischen, unabhängig von der Geschicklichkeit des Personals, wird gewöhnlich als einer der Hauptvorteile dieser Aufzüge angeführt, weil der gleichmässige Niedergang der Gichten zum Teil davon abhängt.

Ausser der *Brown*schen Konstruktion haben noch verschiedene andere neuere Erfindungen eine Verbesserung in dieser Richtung im Auge. Recht zweckmässig erscheint z. B. die Ausführung von *J. Pohlig*, Köln, der das Material aus dem Gichtwagen in einen verhältnismässig engen und hohen zylindrischen Behälter fallen lässt, von wo es, durch mehrere aufeinander folgende Verteilungskegel seitlich ausgebreitet, in den Ofen fliesst. Näheres hierüber gehört in das Gebiet der Hüttenkunde.

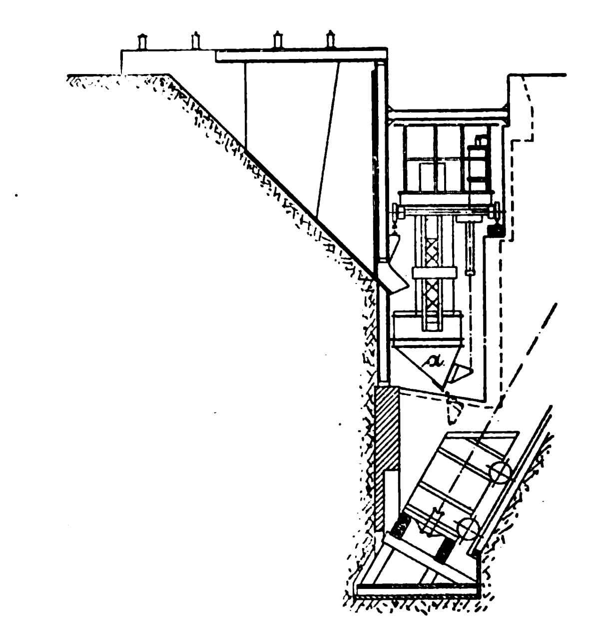


Fig. 238.
Erztaschen mit Ladewagen.

Fig. 238 stellt eine etwas abweichende Anordnung dar.[4])

[2]) Näheres hierüber s. *Ledebur*, Handbuch der Eisenhüttenkunde, 3. Aufl., Bd. 2.

[3]) Vergl. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1900, S. 188.

[4]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1901, S. 558. Stahl und Eisen, 1901, S. 1044.



Die Vorratskammern sind hier in die Erde gelegt und mit schrägem Boden versehen, der das Material nach einem Kanal hin abgleiten lässt. In dem Kanal läuft auf Schienen ein elektrisch verfahrener Ladewagen, der ein Gefäss *a* trägt. Dieses nimmt die Rohstoffe aus den Behältern auf und gibt sie an den Gichtwagen ab, wenn die durch ein Pressluft-hebezeug betätigte Verschlussklappe in die punktierte Stellung heruntergelassen wird.

nötig sind, um die Oeffnungen zu schliessen. Daher sollte, wie oben schon erwähnt, die Anlage der Behälter unbedingt mit der des Aufzuges Hand in Hand gehen, und sehr wohl überlegt werden, ob bei gegebener Platzverteilung ein amerikanischer Schrägaufzug, weil das modernste, auch das beste ist.[5]) Ferner sind die Verschlüsse der Hochbehälter ganz besonders sorgfältig durchzuarbeiten und auszuprobieren, und eventuell, wenn man es mit schwer fliessendem, grosstückigen Material zu thun hat, maschinelle Schliessvorrichtungen anzuwenden. Auf einigen Werken werden die groben Erze in Haufen aufgeschüttet und eingeschaufelt, weil sie nicht durch enge Oeffnungen fliessen.

Zum Ausgleich der toten Last des Gichtwagens kann man entweder ein Gegengewicht benutzen, oder man ordnet zwei Brücken nebeneinander an, nach Art eines Doppelaufzuges, so dass der leere Wagen nach unten geht, wenn der volle aufgezogen wird. Der Schüttrichter auf der Gicht muss dann längliche Form erhalten. Statt dessen ist vorgeschlagen worden, den einen Wagen auf der oberen, den anderen auf der unteren Gurtung laufen zu lassen. Die Wagen begegnen einander dann in der Mitte der Brücke, wo die Trägerhöhe am grössten ist, und können ungehindert an einander vorbeigehen. In den Endstellungen dagegen, beim Füllen und Auskippen, nehmen beide ungefähr die gleiche Lage ein.[6])

Der Inhalt der Gichtwagen wird sehr verschieden bemessen. Er ist abhängig von der Grösse der Gichten, der Art und Weise der Aufgabe und der Leistung der Hochöfen. In der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1898, S. 773, wird angegeben, dass die *Brown*schen Gichtwagen 2 t Erz oder 1 t Koks fassen. Dabei soll für einen 24 m hohen Ofen die Zeitdauer der einzelnen Vorgänge folgende sein:

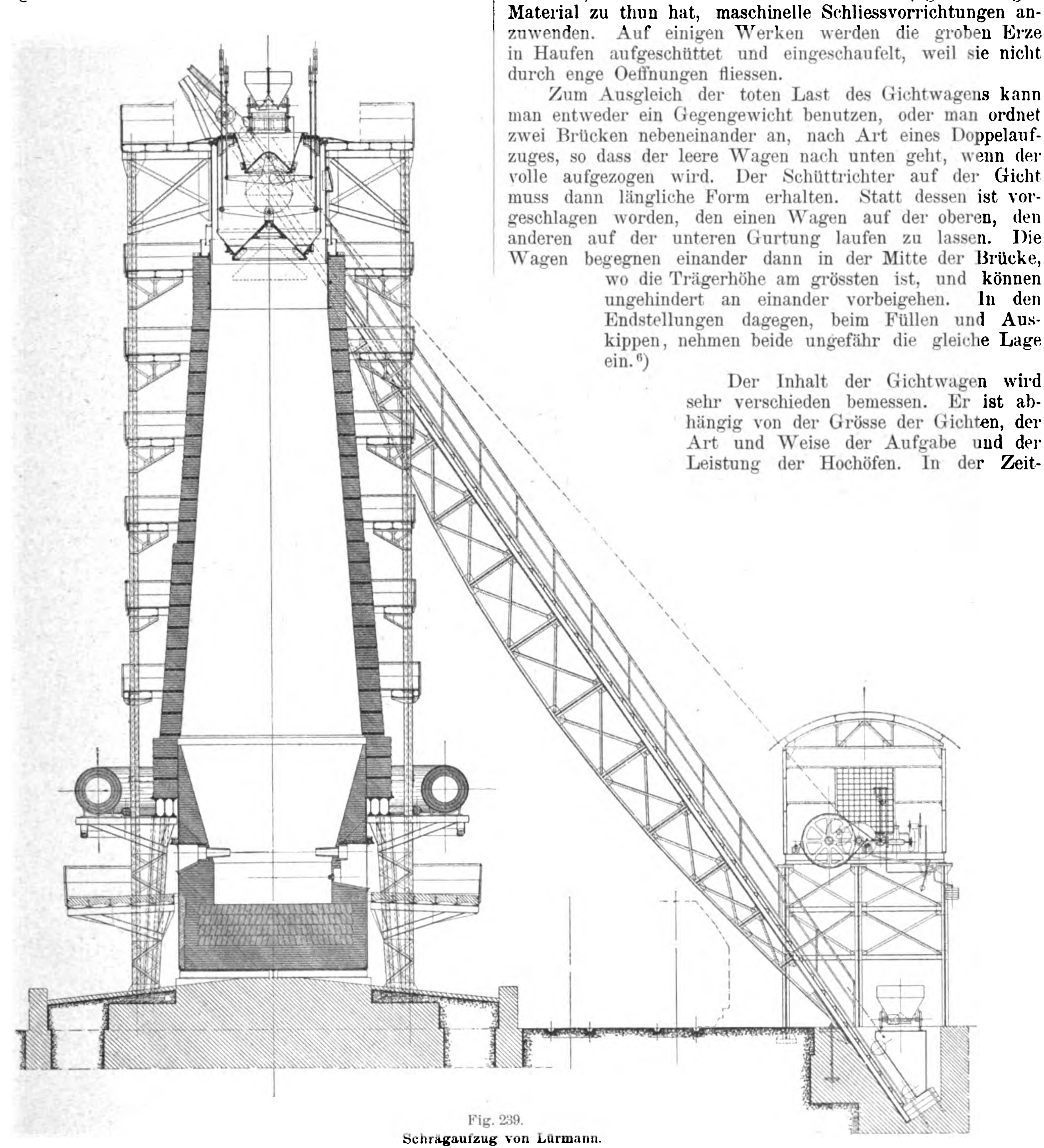


Fig. 239.
Schrägaufzug von Lürmann.

Häufig werden die Rohstoffe, statt durch einen Ladewagen mit mechanischem Antrieb, von Arbeitern mit zweirädrigen Karren von 0,5 bis 1 cbm Inhalt zum Gichtwagen gebracht und hineingestürzt. Diese Karren sind, da sie sehr grosse Räder haben, zwar viel leichter zu bewegen als vierrädrige Förderwagen, erfordern aber immerhin bei einem Hochofen von grosser Leistung eine sehr zahlreiche Bedienungsmannschaft. Sehr viel Zeit kann auch dadurch verloren gehen, dass die Oeffnungen der Erztaschen zu eng oder die Verschlüsse zu schwer zu bewegen sind, da im ersten Falle das Material sich staut und der Mann mit der Stange nachhelfen muss, im anderen Falle unter Umständen zwei Mann

[5]) Beachtenswert ist die kritische Besprechung eines solchen Aufzuges in „Stahl und Eisen", 1901, S. 984. Die dort angeführten Uebelstände dürften sich allerdings durch zweckmässige Konstruktion grösstenteils vermeiden lassen.

[6]) Vergl. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1900, S. 1588.

Heben . . . 20 Sekunden
Entleeren . . 4 „
Senken . . . 10 „
zusammen 34 Sekunden für ein Spiel.

Die Hubgeschwindigkeit beträgt hiernach etwa 1,5 m/Sek., und es wäre, wenn kein Gegengewicht benutzt wird, ein Motor von etwa 100 PS nötig. An einer anderen Stelle wird die Leistung des Windenmotors zu 150 PS angegeben, bei einem Rauminhalt des Gichtwagens von rund $1,5 \times 1,5 \times 1,8 = 4,05$ cbm.

Der in Fig. 238 gezeichnete Wagen fasst 6,8 cbm und ist für einen Hochofen von 550 t täglicher Leistung bestimmt. Hierfür sind 90 Beschickungen nötig, die sich aus je zwei Wagenladungen Erz mit Kalkstein und ebensoviel Ladungen Koks zusammensetzen. In 24 Stunden muss daher der Wagen 360 Hube machen, so dass auf ein Spiel einschliesslich Füllung 4 Minuten entfallen.

Eine von *Fritz W. Lürmann*, Osnabrück, entworfene, wesentlich abweichende Anordnung der Schrägaufzüge gibt Fig. 239 wieder. *Lürmann* macht der gewöhnlichen Bauart den Vorwurf, dass beim Auskippen des Gichtwagens die groben Stücke auf eine Seite des Trichters geworfen werden, während das feine Material auf der anderen Seite liegen bleibt. Ausserdem werden die Koke durch den Sturz zerkleinert. Dadurch werden Störungen im Hochofengang und grösserer Koksverbrauch hervorgerufen. In welcher Weise *Poetter* und *Pohlig* diesem Misstande zu begegnen suchen, wurde schon oben erwähnt. Als zweiten und wichtigsten Nachteil der amerikanischen Aufzüge aber führt *Lürmann* an, dass für jeden Ofen nur ein Aufzug, also keine Reserve vorhanden ist, sodass Störungen im Betriebe eines Aufzuges Stillstand des Ofens zur Folge haben.

In Fig. 239 sind zwei Hochöfen durch eine senkrecht zur Bildebene laufende Brücke verbunden zu denken, an die sich in der Mitte zwischen den Oefen zwei Schrägaufzüge anlehnen. Der 6—20 t Erz fassende Gichtwagen wird, nachdem er aus den Taschen gefüllt ist, auf den Förderkorb des Aufzuges gefahren und mit diesem hochgezogen. In der höchsten Stellung schliessen die Schienen des Korbes an das Geleise der Verbindungsbrücke an. Der Gichtwagen wird nun mechanisch über den Hochofen gefahren und hier durch Senken des kegelförmigen Bodens entleert.

Sollte einer der beiden Aufzüge reparaturbedürftig sein, so wird auf der Brücke in die Oeffnung des Aufzugschachtes ein vorrätig gehaltener Bock eingesetzt, der die Schienenverbindung herstellt. Das Einsetzen geschieht durch einen Laufkran, der über die Verbindungsbrücke und die Oefen hinfährt, und für Reparaturen der Gasfänge u. s. w. ohnedies vorgesehen wird.

Für die Bewegung der Wagen von Mitte Brücke zur Gicht lassen sich Seil- oder Kettenförderung, elektrische Lokomotiven oder dergl. benützen. *Lürmann* empfiehlt, eine Art automatische Bahn anzuwenden, indem die Brücke nach aussen hin Gefälle erhält. Der beladene Wagen läuft dann selbsttätig zur Gicht und hebt dabei ein Gegengewicht, das ihn, nachdem er sich entleert hat, zum Aufzug zurückfährt. Eine andere Möglichkeit ist die, das Möllergefäss an einen auf dem Obergurt der Brücke fahrenden Laufkran zu hängen und so zur Gicht zu befördern. Dann ist bei Ausserbetriebsetzung eines Aufzuges überhaupt keine Montage irgendwelcher Ersatzteile nötig.

Den gewöhnlichen Vertikalaufzügen gegenüber bietet die *Lürmann*sche Anordnung, ausser der Möglichkeit, sofort eine Reserve zu schaffen, den Vorteil, dass die geneigte Laufbahn des Aufzuges unter die den Oefen parallel gelegte Behälterreihe geführt werden kann. Dann bilden die Schienen des Fahrkorbes in der tiefsten Stellung ein Stück des Geleises, das unter den Vorratskammern entlang läuft, während bei Vertikalaufzügen eine Reihenverbindung nach dem seitwärts stehenden Turm nötig ist. Mechanische Zuführung des Gefässes zur Gicht lässt sich dagegen in beiden Fällen gleich gut bewerkstelligen. Will man die Vertikalaufzüge, die billiger und betriebssicherer sind und schneller fahren können, beibehalten, so wäre es vielleicht empfehlenswert, sie nach dem *Lürmann*schen Vorbild in der Mitte der Verbindungsbrücke einzubauen. Dann hätte man die Reserve, ebenso wie dort, der Preis der ganzen Anlage wäre aber jedenfalls erheblich geringer, zumal Brücke und Hochofengerüste keinen Horizontaldruck erhalten, also leichter ausgeführt werden können. Der Gichtwagen wäre dann zweckmässig elektrisch anzutreiben und durch in Kurven gelegte Gleise dem Aufzug zuzuführen.

Die wichtigsten Begichtungsverfahren sind damit erledigt. Natürlich gibt es noch eine grosse Anzahl anderer Möglichkeiten, die Rohstoffe auf die Gicht zu heben, insbesondere durch Krane grösserer Abmessungen, doch sind solche Ausführungen ziemlich selten. Wenn die Lagerstätten von den Hochöfen weit entfernt liegen, und von dort der Möller unmittelbar auf die Gicht geschafft werden soll, so neigt sich die Förderlinie flacher, und es sind die für Horizontaltransport üblichen Vorrichtungen verwendbar, die im nächsten Abschnitt Besprechung finden werden.

(Fortsetzung folgt.)

Neuerungen an den verschiedenen Systemen der drahtlosen Telegraphie.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**, Wien.

(Fortsetzung von S. 318 d. Bd.)

Die Versuche des Kapitäns Bonomo in der Italienischen Marine.

Die Insel Gorgona, der Semaphor von Livorno und die Insel Palmaria wurden im Monate September des Jahres 1900 mit Einrichtungen nach dem *Marconi*schen Systeme versehen. Die Verbindung zwischen diesen Stationen konnte über eine Entfernung von 60 km nicht mehr gut erhalten werden und nur in seltenen Fällen war es möglich, zwischen Livorno und Palmaria, welche 70 km voneinander entfernt sind, Zeichen zu vermitteln. Zwischen Palmaria und Gorgona, 72 km Entfernung, war es stets unmöglich, drahtlos zu verkehren. Auf Grund dieser wenig zufriedenstellenden Ergebnisse unternahm der italienische Korvettenkapitän *Quintino Bonomo* eine systematische Untersuchung der Einrichtung, wobei er bestrebt war, die Entfernung der Nachrichtenvermittlung möglichst zu vergrössern. Seine Bemühungen waren von vollem Erfolge begleitet. Mit den von ihm geschaffenen Einrichtungen gelang es zwischen Gorgona und Livorno mit Sicherheit zu verkehren und ausserdem noch die Telegraphiergeschwindigkeit wesentlich zu erhöhen. Dieses doppelt günstige Ergebnis wurde mit den einfachsten Hilfsmitteln erreicht und bilden die von *Bonomo* geschaffenen Einrichtungen trotz ihrer grösseren Wirksamkeit eine wesentliche Vereinfachung des *Marconi*schen Systemes. Wenn es nun *Bonomo* gelang, die Telegraphiergeschwindigkeit von ursprünglich 5—6 Buchstaben auf 24 Buchstaben in der gleichen Zeit zu erhöhen, so ist dies trotz der vielfachen Verbesserungen, die er an den Apparaten durchführte, hauptsächlich der Verwendung des von *Castelli* geschaffenen Fritters zu danken. Durch die Verwendung dieses Fritters in Verbindung mit einem Telephon als Empfänger wurde die Uebertragungsentfernung bis auf 200 km gebracht und ist *Bonomo* überzeugt, dieselbe ohne weiteres bis auf 300 km erweitern zu können.

Abgesehen von der Anwendung des *Castelli*schen Fritters, war jedoch noch eine Reihe von Vorsichtsmassregeln geboten, um dieses gute Ergebnis zu erzielen. In erster Linie wurde

das Hauptgewicht auf eine möglichst gute Isolation der Luftstangen und desgleichen auch des Induktors und der Elektrizitätsquelle, als welche Akkumulatoren verwendet wurden, gelegt.

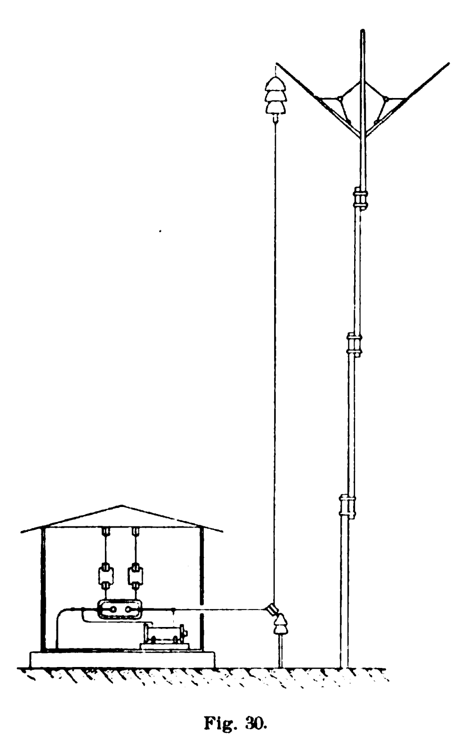


Fig. 30.

Zu diesem Zwecke wurde der Luftdraht von dem stützenden Maste nach Fig. 30 senkrecht nach unten und dann über einen Hilfsmast wagerecht zur Station geführt. An dem Hilfsmast ist er durch eigenartige Isolatoren, Fig. 31 bis 34, wie solche für Hochspannungsanlagen Verwendung finden, isoliert und mittels einer Spannvorrichtung befestigt, die möglichst straffe Führung des Drahtes, sowohl in senk- als auch in wagerechter Richtung ermöglicht. Hierbei soll der wagerecht verlaufende Teil des Luftdrahtes möglichst kurz sein. Unmittelbare senkrechte Zuführung des Luftdrahtes zu der einen Kugel der Funkenstrecke erwies sich als unzweckmässig, weil auf diesem Wege eine genügende Isolation des Luftdrahtes nicht zu erzielen war.

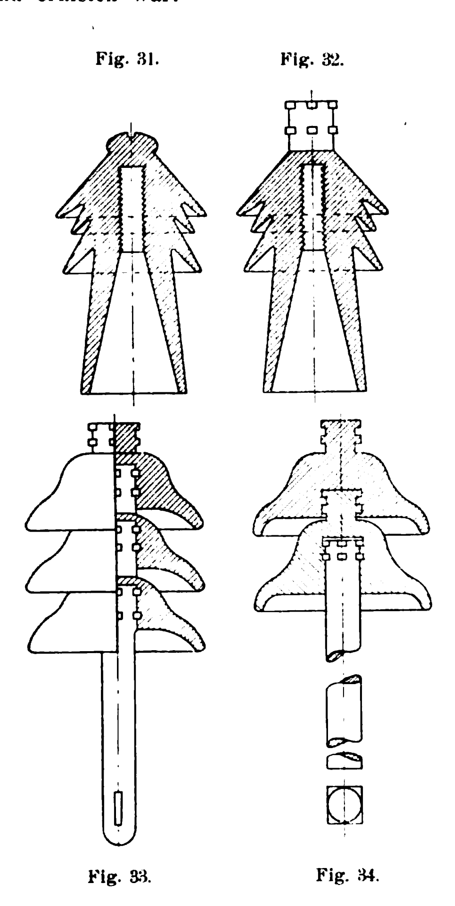


Fig. 31. Fig. 32.

Fig. 33. Fig. 34.

Bonomo erachtet es auch für wünschenswert die Luftdrähte für den Sender und den Empfänger zu trennen, also keinen gemeinsamen Luftdraht zu verwenden. Zu diesem Zwecke ist der Führungsmast, Fig. 30 und 35, mit zwei seitlichen Auslegern versehen, an denen in der angedeuteten Weise die Luftdrähte mittels Isolatoren aufgehängt wurden. In Fig. 36 ist ein Mast dargestellt, bei welchem der Empfangsdraht, um dessen Kapazität zu erhöhen, aus einem oben und unten konisch verlaufenden Zylinder von 30 m Höhe besteht, der sich aus einer bestimmten Anzahl von Kupferdrähten von 0,3 qmm Querschnitt zusammensetzt und 25 cm Umfang hat.

Der Fritter von *Castelli,* dessen sich *Bonomo* bediente, und der sich durch ausserordentliche Empfindlichkeit auszeichnet, besteht aus Eisen- oder Kohlenelektroden, zwischen welchen sich ein Tropfen Quecksilber befindet. Dieser Fritter besitzt die Eigenschaften der Selbstentfrittung. Zwei solcher Fritter sind in Fig. 37 und 38 dargestellt. Der erstere besteht aus Eisenelektroden mit nur einem Quecksilbertropfen, während der zweite zwei äussere Kohlenelektroden und eine mittlere Eisenelektrode mit zwei getrennten Quecksilbertropfen besitzt. Die Entfernung der Elektroden von einander schwankt zwischen 1,5 und 3 mm. Beträgt sie weniger als

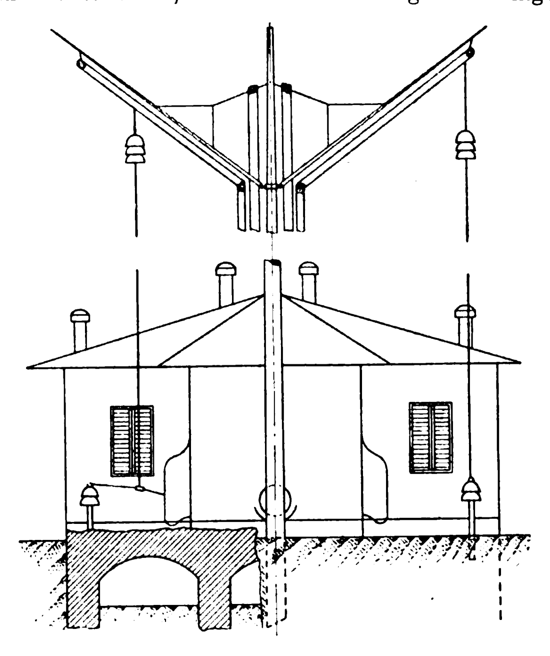


Fig. 35.

1,5 mm, so verliert der Fritter an Empfindlichkeit, wogegen bei Erhöhung der Entfernung über 3 mm die Sicherheit der Entfrittung in Frage gestellt ist. Die Frittröhren müssen aus gutem Glase hergestellt sein und genau kalibriert werden. Der äussere Durchmesser der Röhren beträgt je nach der Stärke des verwendeten Glases 5 bis 8 mm, wogegen der innere Durchmesser 3 mm nicht übersteigen soll. Die dem Quecksilbertropfen zugekehrten Enden der Elektroden müssen genau senkrecht zu der Achse der Röhre stehen und sollen vollkommen gereinigt sein. Bei Eisenelektroden empfiehlt es sich, dieselben auf Hochglanz zu polieren, weil dadurch die Empfindlichkeit des Fritters bedeutend erhöht wird. Die Entfrittung gestaltet sich um so zuverlässiger, je reiner das verwendete Quecksilber, je kleiner der angewendete Tropfen, je trockener das Innere der Röhre ist und je sorgfältiger die Elektroden poliert sind.

Fig. 36.

Der *Castelli*sche Fritter ist gegen die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit sehr empfindlich, und zwar übt letztere einen nachteiligen Einfluss aus. Der Fritter muss also, da er nicht luftdicht verschlossen ist, stets trocken gehalten werden. Für einen gut zusammengestellten und ausregulierten Fritter schwankt die kritische Spannung der Kohäsion zwischen 1--1,5 Volt.

Eine derartige gute Röhre verliert nach einiger Zeit ihre guten Eigenschaften, infolge Oxidation der Elektroden und des Quecksilbers. Diese Abschwächung tritt bei Röhren mit Eisenelektroden viel schneller ein als bei solchen mit Kohlenelektroden. Besitzt man also keine genügende Anzahl von Reserveröhren, so wird es notwendig, die Röhre auseinander zu nehmen, die Elektroden sorgsam zu reinigen und zu polieren, sowie

den Tropfen durch frisches, gereinigtes Quecksilber zu ersetzen.

Die Entfrittung dieser Röhre wird, wie die Versuche lehren, wesentlich sicherer, wenn man dem Quecksilbertropfen Kohlenpulver, welches von den Glühfaden einer gewöhnlichen Glühlampe gewonnen wird, beigibt. Dieses Pulver bildet auf dem Quecksilber eine Art Häutchen, welches demselben das Ansehen von Graphit gibt. Durch diese Beigabe von Kohlenpulver wird auch die Dauer der guten Wirksamkeit des Fritters wesentlich erhöht.

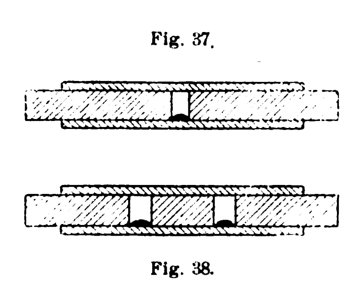


Fig. 37.

Fig. 38.

Die Entfernung, über welche noch Nachrichten zu erhalten sind, wird bei Anwendung dieses Fritters bedeutend grösser, wenn man ihn in Verbindung mit einem Telephon verwendet. Hierdurch wird aber auch die Empfangseinrichtung ebenfalls vereinfacht. Die Art und Weise der Verbindung des Fritters mit dem Telephone ist aus den Fig. 39 u. 40 ersichtlich. Sie gestattet eine sehr einfache und dabei empfindliche Regulierung und ist, da die Zeichen im Telephone sehr deutlich und bestimmt wahrnehmbar sind, diese Art der Nachrichtenvermittlung eine sehr sichere, sofern die wenigen Vorsichtsmassnahmen, die für den Empfang der Nachrichten erforderlich sind, genau beobachtet werden. So ist es notwendig, da die Zeichen um so klarer und bestimmter zu Gehör gelangen, je schwächer der im Telephon entstehende Ton wird, dass alle Aussengeräusche abgehalten werden.

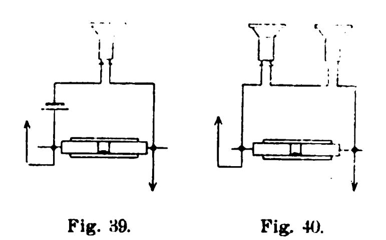


Fig. 39. Fig. 40.

Um die störenden Einflüsse atmosphärischer Entladungen, welche sich namentlich im Telephon besonders bemerkbar machen, abzuschwächen, ist es gut, nach Fig. 41, in Abzweigung vom Fritter einen kleinen Kondensator C einzuschalten, dessen Stromkreis durch eine kleine Funkenstrecke f unterbrochen ist.

Für den Fall, dass eine akustische Anzeige dafür gegeben werden soll, dass ein Gespräch angebahnt wird, wird ein Klingelwerk K (Fig. 42) in den Telephonkreis eingeschaltet, welches während der Aufnahme durch den Schalter S kurz

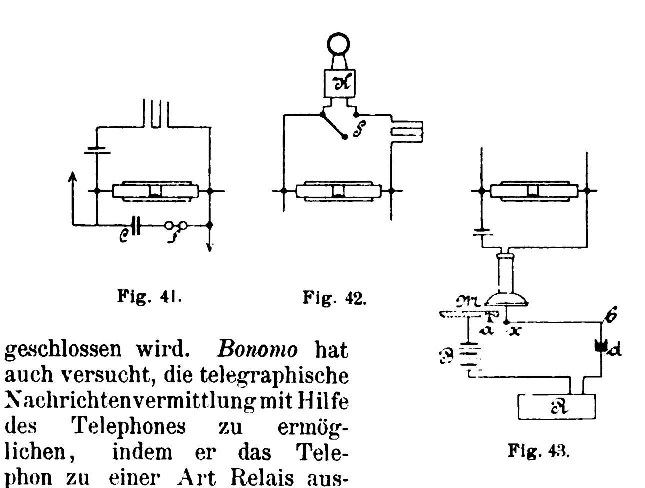


Fig. 41. Fig. 42. Fig. 43.

geschlossen wird. *Bonomo* hat auch versucht, die telegraphische Nachrichtenvermittlung mit Hilfe des Telephones zu ermöglichen, indem er das Telephon zu einer Art Relais ausbildete. Die Schwingungen der Telephonmembrane werden hierbei (Fig. 43) auf den Hebel $a\ b$ übertragen, dessen Drehpunkt bei x gelegen ist. Der rechtsseitige Hebelarm ist bedeutend länger als der linksseitige und sind sonach dessen Schwingungen bedeutend grösser. Der Hebel taucht bei b mit einer Spitze in das kleine mit Quecksilber gefüllte Gefäss d und unterbricht bei seinen Bewegungen den Strom der Batterie B. Am Ende des linken Hebelarmes befindet sich ein kleines Eisenstückchen, welches von dem permanenten Magneten M angezogen wird, wodurch der Hebel $a\ b$ stets wieder in seine normale Lage zurückkehrt. Entsprechend der abwechselnden Stromunterbrechung und Schliessung der Batterie B erscheinen auf dem Morseschreiber R die Zeichen. Diese Art Telephonrelais ist noch nicht in die Praxis eingeführt, weil es *Bonomo* unmöglich wurde, die Versuche fortzusetzen.

Das System der drahtlosen Telegraphie von Professor Reginald A. Fessenden.

Die von *Fessenden* für sein System der drahtlosen Telegraphie ausgenützten elektrischen Wellen sollen sich von den *Hertz*schen Wellen dadurch unterscheiden, dass sie keine ganzen, sondern Halbwellen sind, welche sich nur längs der Oberfläche eines Leiters fortpflanzen und im Gegensatze zu den *Hertz*schen Wellen von einer geraden Linie abgelenkt werden können. *Fessenden* selbst bezeichnet diese Wellen als „halbfreie Aetherwellen“, welche sich auch von den Wellen, welche *Lodge* in metallischen Leitern erforscht hat, unterscheiden. Nach *Fessenden* ist bei den *Lodge*schen Wellen die elektrische Energie ein Maximum, wenn die magnetische Energie ein Minimum wird, und soll bei denselben alle Energie, welche nicht durch Leitungsverluste verloren geht, wieder gewonnen werden können. Bei den elektrischen Wellen von *Fessenden* fällt hingegen das Maximum der elektrischen Energie mit dem Maximum der magnetischen Energie zusammen und ist die ausgestrahlte Energie nur im Falle der Ablenkung derselben wiederzugewinnen.

Fessenden fand, dass es für gute Entsendung und gutes Auffangen derartiger Wellen notwendig sei, dass die Oberfläche, längs welcher sie sich fortbewegen, sehr gut leitend ist. Vornehmlich sei dies in der unmittelbaren Umgebung des Ortes, an welchem die Wellen hervorgerufen werden, eine unbedingte Notwendigkeit. Er wies ferner nach, dass dieser sehr gut leitende Teil der Oberfläche, von der Erregerstelle ausgehend, mindestens auf eine Länge von $\frac{\lambda}{4}$ der Welle im Raume und zwar in der Richtung, nach welcher die Welle gesendet werden soll, zu führen ist.

Die Anordnung in Fig. 44 zeigt, wie dies erreicht wird. Das Wesentlichste an dieser Anordnung bildet der geerdete Leiter oder „Wellenfall“, wie ihn *Fessenden* nennt. *1* bezeichnet hier die Luftstange, während *2* den geerdeten Leiter oder Wellenfall darstellt, welcher über die Gebäude und andere

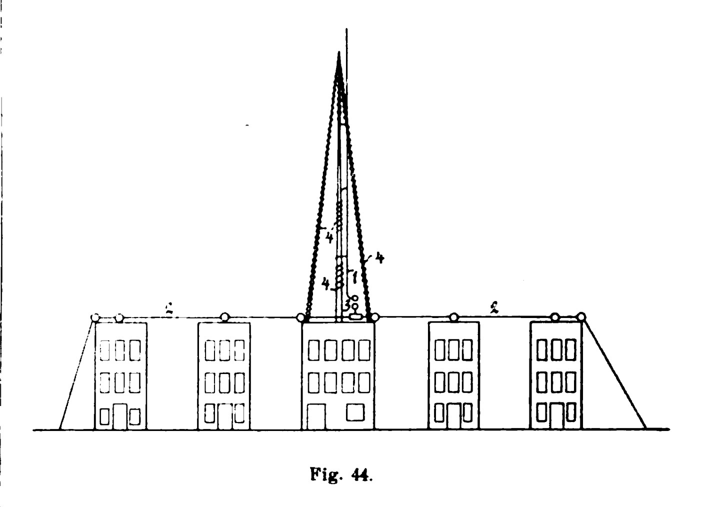


Fig. 44.

Hindernisse in einer $\frac{\lambda}{4}$ übersteigenden Länge geführt, und sodann beiderseitig geerdet wird. Zwischen dem unteren Ende der Luftstange und einem Punkte dieser Leitung ist die Funkenstrecke *3* eingeschaltet. Die auf dem Führungsmast angebrachten Drahtspulen *4* haben eine natürliche Schwingungsperiode, welche sich von jener der Luftstange unterscheidet, und bewirken im Vereine mit dem Erdleiter oder Wellenfall, dass von auswärts zuströmende Wellen anderer Wellenlänge keinen störenden Einfluss auszuüben vermögen. Dieselben zerstreuen auch atmosphärische Spannungen, welche sonst sehr häufig unliebsame Störungen in dem Empfange drahtloser Depeschen hervorzurufen vermögen.



Fessenden hat ferner beobachtet, dass bei elektromagnetischen Wellen, welche in einem Medium erzeugt werden, welches eine grössere spezifische induktive Kapazität und Permeabilität für elektromagnetische Wellen hat, als die atmosphärische Luft, die Höhe der Luftstange beträchtlich verkürzt werden kann, weil hierdurch die Schwingungsperiode im Vergleiche mit der Schwingungsperiode des Sendedrahtes in der Luft verringert wird, wodurch sich die Ausstrahlung vergrössert und sonach unter diesen Bedingungen ein verkürzter Luftdraht gleiche Wirkung gibt, wie eine hohe Stange in freier Luft. Zu diesem Zwecke wird der Luftdraht innerhalb eines zweiten röhrenförmigen Leiters untergebracht und dieser in Wasser oder einer anderen Flüssigkeit, deren elektrische Konstanten grösser als die der Luft sind, eingesetzt.

In der Praxis verwendet *Fessenden* in der sendenden Station einen senkrechten Draht von grosser Kapazität und geringer Selbstinduktion. Die Kapazität kann durch Vergrösserung der Oberfläche der Luftstange, und die Selbstinduktion durch Hinzufügen von Windungen zu dem Verbindungsdrahte der Elektrizitätsquelle reguliert werden.

Als weitere, sehr wichtige Vorzüge des Systems *Fessenden* werden angegeben, dass die Geschwindigkeit der Nachrichtenübertragung viel grösser ist, als dies bei dem gewöhnlichen Vorgange des Schliessens und Oeffnens des primären Stromkreises möglich ist, dass ferner Signale auf eine viel grössere Entfernung mit einem viel geringeren Kraftaufwande, als bei den bisherigen Systemen entsendet, und dass auch chiffrierte Telegramme mit derselben Genauigkeit, wie bei der gewöhnlichen Telegraphie übertragen werden können, ohne dass ein Irrtum zu befürchten ist.

Die schematische Darstellung der vollständigen Einrichtung einer Station, sowohl für das Senden, als für das Empfangen ist in Fig. 45 gegeben. *1* stellt den Luftleiter

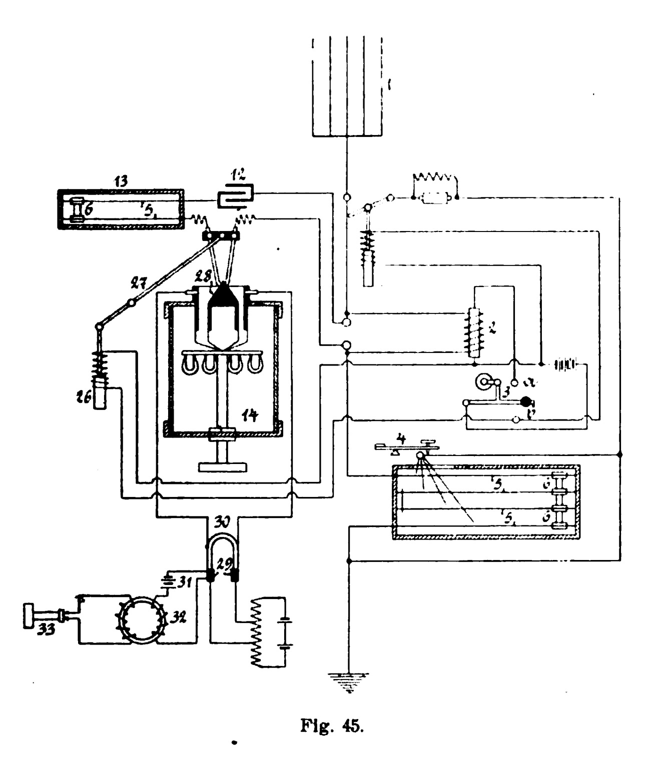


Fig. 45.

dar, welcher mit dem einen Ende des Induktors *2* verbunden ist, während das zweite Ende desselben zur Erde führt. Ein Umschalter *3* dient dazu, den Induktor mit der Batterie zu verbinden oder von derselben abzuschalten. Beim Senden bleibt der Induktor in fortwährender Wirkung und erfolgt die Zeichengebung durch den Taster *4* in der Weise, dass der Luftdraht abwechselnd in und ausser Abstimmung mit der empfangenden Station gesetzt wird, was durch längeren oder kürzeren Kurzschluss der Abstimmungseinrichtung bewerkstelligt wird. Diese Abstimmungsvorrichtung ist mit dem Generator (Induktor) in Reihe geschaltet und mit der Erde verbunden. Die Abstimmungsvorrichtung besteht aus einem oder mehreren Paaren paralleler Drähte *5*, auf welche Schlittenkontakte *6*, die je zwei Drähte leitend verbinden, aufgesetzt sind. Diese Drahtpaare sind in eine Kassette eingesetzt, welche soweit mit Oel angefüllt ist, dass die Drähte von demselben annähernd 5 cm hoch überdeckt werden. Durch diese Anordnung ist es möglich, die Kapazität und Induktanz so genau zu regulieren, dass man eine reine Sinuswelle und daher gute Resonanz erhält.

Um eine reine Sinuswelle zu erhalten, soll das Verhältnis zwischen Induktanz und Kapazität für die Längeneinheit aller Teile des Leiters das Gleiche sein, und unterscheidet sich hierin das System *Fessenden* wesentlich von allen anderen Systemen, welche Drahtrollen verwenden, um bei einem gegebenen Widerstande die grösste Induktanz zu erreichen. In Fig. 45 ist der Taster *4* als ein gewöhnlicher Unterbrechungstaster dargestellt. Tatsächlich gelangt jedoch ein Kurzschlusstaster (Fig. 46) zur Anwendung. Der durch das Grundbrett des Tasters hindurchgehende Teil des Tasters bringt durch passende Uebersetzung die Greifer *d* mit den Drähten *5* in leitende Verbindung und schafft dadurch, da derselbe mit der Erde leitend verbunden ist, einen Kurzschluss dieser Drähte.

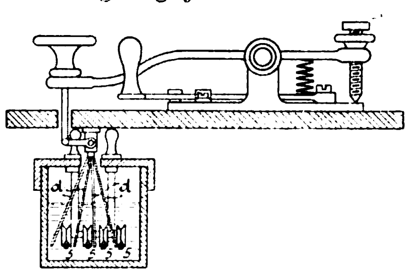


Fig. 46.

Der Empfangsstromkreis besteht im wesentlichen aus dem Luftleiter *1* (Fig. 45), dem Kondensator *12*, einer vereinigten Kapazität und Induktanz *13*, welche den Resonator bildet und in ähnlicher Weise, wie die Abstimmungsvorrichtung für den Sender zusammengestellt ist. Dieselben sind in Reihe verbunden, befinden sich jedoch in Abzweigung von der Funkenstrecke und sind auf diese Weise parallel zu dem sendenden Leiter geschaltet.

Um die Geschwindigkeit der Uebertragung zu erhöhen, wurde an Stelle des schwerfälligeren Morseschreibers ein telephonischer Empfänger angewendet. Dies bedingt wieder einen Wellenempfänger, der in Bezug auf Frittung und Entfrittung viel rascher wirkt, als die bisher bekannt gewesenen Fritter. Der Wellenempfänger von *Fessenden* wirkt viel rascher, als ein sich selbst regenerierender Fritter. Derselbe ist in Fig. 45 mit *14* bezeichnet und in Verbindung mit den übrigen Einrichtungen dargestellt. Fig. 47 zeigt diesen Wellenempfänger im Einzelnen. Er ist im wesentlichen auf dem Prinzip des Bolometers aufgebaut, doch ist die ausstrahlende oder aufsaugende Oberfläche im Verhältnis zur Masse sehr klein, sodass die Leitungsverluste grösser als die Strahlungsverluste sind, und es einer unendlich kleinen Energiemenge bedarf, um ihn zu erhitzen. Um diese Wirkung zu erzielen, wird ein Silberdraht von 1 mm Durchmesser, welcher eine Seele aus Platindraht von 0,03 mm hat, zu einer kurzen Schlinge *15* gebogen und mit den Zuführungsdrähten verbunden, und das ganze in eine Glasbirne *18* eingesetzt, die zugeschmolzen wird. Die Spitze der Schlinge *15* wird aber vorher in reine Salpetersäure eingetaucht, welche das Silber auflöst und an dieser Stelle das Platin *16* freilässt.

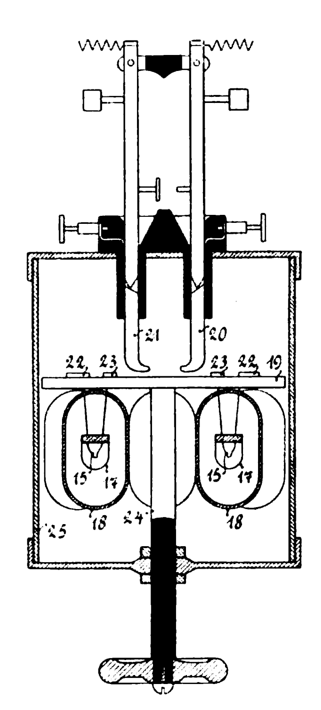


Fig. 47.

Zu weiterem Schutze gegen Ausstrahlung wird das Glasgefäss noch von einer Silberschale *17* umgeben. Das Glasgefäss kann, um die Wirksamkeit dieses Wellenempfängers noch zu vergrössern, luftleer gemacht werden.

Die gesamte Einrichtung eines derartigen Wellenempfängers (Fig. 48) besteht aus einer drehbaren Hartgummiplatte *19*, auf welcher eine bestimmte Anzahl der vorbeschriebenen Empfänger angeordnet sind, von welchen stets der im Gebrauche stehende mit den Leitern *20*, *21*, durch Kontakte *22*, *23* in Verbindung gebracht wird. Die Platte wird von dem Stabe *24* getragen. Der gesamte Empfangsmechanismus ist in ein Metallschutzgehäuse *25* eingeschlossen. *26* und *27* in Fig. 45 stellen einen elektromagnetischen Ausschalter dar, welchen der Umschalter *3*, wenn er auf *b* gelegt wird, in Wirksamkeit setzt. Hierbei hebt der Hebel *27* die Einführungsdrähte von der Hartgummiplatte *28* ab. Als eigentliches Empfangsinstrument dienen die Kopftelephone *29*, welche mittels Kabelzuführung in Reihe geschaltet sind, wobei diese beiden Kabel eine kleine Potentialdifferenz aufweisen. Findet also eine Erwärmung des Wellenempfängers durch einlangende Wellen statt, so wird sich dies in den beiden Empfangstelephonen durch einen charakteristischen Ton anzeigen. Da nun der Wellenempfänger infolge der Abstimmung nur auf eine bestimmte Wellenlänge anspricht, so ist auch die Verständigung eine sehr sichere und zuverlässige. Zum Anrufe dient ein Fritter *30* in Verbindung mit einer Batterie *31*, einem Transformator *32* und einem Anruftelephon oder einem Klingelwerk *33*.

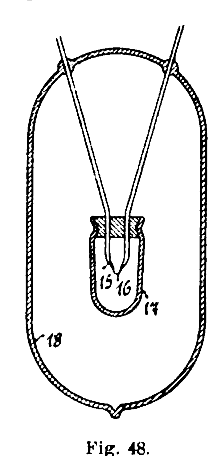


Fig. 48.

Die in Fig. 49 dargestellte Vorrichtung hat den Zweck, eine ganz bestimmte Beziehung zwischen der Induktanz, der

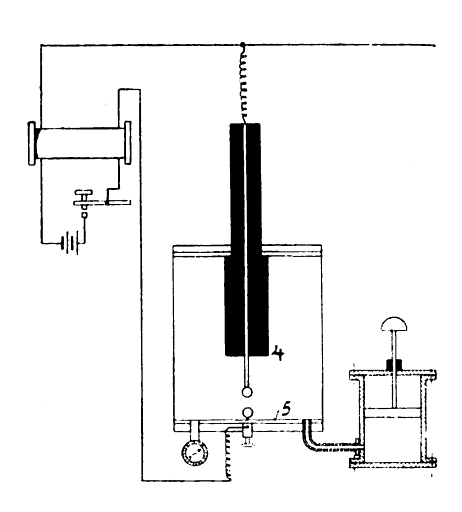


Fig. 49.

Kapazität und dem Widerstande ohne Rücksicht auf das zur Verwendung gelangende Potentiale aufrecht zu erhalten. Die Entladung findet hierbei durch Luft, welche komprimiert ist, statt, und befindet sich die Funkenstrecke zwischen dem mit *4* bezeichneten Teile und der Bodenplatte *5*. Bei Gebrauch dieses Apparates beträgt die Grösse der Funkenstrecke ungefähr 6 mm, wenn das verwendete Induktorium eine Schlagweite von 30 cm hat. Durch Vergrösserung des Druckes steigert sich die Elektrizitätskonstante des Mediums und kann infolgedessen das Funkenpotential bis zu einer beliebigen Höhe gesteigert werden, ohne dass ein merklicher Verlust in der ausstrahlenden Kraft zu befürchten ist.

Ueber die praktischen Versuche liegen nähere Berichte noch nicht vor, doch soll bereits zwischen Hatteras und Räanocke auf eine Entferung von 160 km ein Betrieb mit den Apparaten von *Fessenden* eingerichtet sein, wobei ein Induktor von 30 cm Schlagweite und ein Luftdraht von ungefähr 42 m Höhe zur Anwendung gelangt. Die Uebertragungsgeschwindigkeit wird mit 35 Worten in der Minute angegeben.

Das System der drahtlosen Telegraphie von Lee de Forest-Smythe.

Das wesentlich Neue an diesem System dürfte der verwendete Fritter sein, welcher als Gegenfritter zu bezeichnen ist, da sein Widerstand unter der Einwirkung elektrischer Wellen vergrössert wird. Ueber die Zusammenstellung dieses Fritters, welcher sich durch grosse Empfindlichkeit und rasches Ansprechen auszeichnet, fehlen alle näheren Angaben. Ausser diesem Fritter wird noch die Art der Wellenerzeugung als neu angegeben, indem an Stelle eines Induktoriums ein Transformator zur Anwendung gelangt, welcher von einem Wechselstrom gespeist wird. Der primäre Strom von 110 Volt Spannung bei 120 Wechseln in der Sekunde, wird in der Sekundären bis auf eine Spannung von 25 000 Volt hinauftransformiert. Diese Anordnung kann jedoch nicht als etwas Neues angesehen werden, da schon *Slaby* die gleiche Anordnung dann wählt, wenn es sich um besonders weite Entfernungen handelt, für deren Ueberwindung ein grösserer Energiebedarf notwendig ist. *Lee de Forest* arbeitet ohne Abstimmung und ist die schematische Gesamtanordnung, wie das Schema Fig. 50 zeigt, wenig von der Anordnung von *Marconi* bezw. *Slaby* unterschieden. Für den Empfang wendet *Lee de Forest*, dem Beispiele von *Marconi* und *Braun* folgend, gleichfalls einen Transformator an, in dessen Sekundärkreis ein Kondensator, ein Fritter und ein Telephon eingeschaltet sind. Der für die Zeichengebung verwendete Taster ähnelt dem gewöhnlichen Morsetaster, ist aber, um ein rasches Arbeiten zu ermöglichen, so eingerichtet, dass er den Luftdraht selbsttätig von dem Sender zum Empfänger schaltet, sodass der Arbeitende in den Zwischenpausen zu horchen vermag, ob eine Nachricht aufzunehmen ist. Während des Horchens ist eine Umstellung des Zeichengebers auf Senden ausgeschlossen. Der Stromschluss und die Stromunterbrechung erfolgt mit Rücksicht auf die zur Verwendung gelangenden hohen Spannungen unter Oel und ist der Telegraphierende vollständig gegen die Berührung der, die Hochspannung führenden, Leitungen geschützt. Die Verwendung eines Telephones als Aufnahmevorrichtung in Verbindung mit der selbständigen Umschaltung auf Senden und Empfangen durch den Zeichengeber und der ausserordentlichen Empfindlichkeit des Fritters ermöglichen ein sehr rasches Arbeiten und können unter günstigen Umständen 40 Worte in der Minute übertragen werden. Die Durchschnittsgeschwindigkeit wird mit 25—30 Worten in der Minute angegeben. Die Zeichen werden nach dem Morsealphabet gegeben und machen sich die Striche und Punkte in dem Telephon durch entsprechend längere oder kürzere Geräusche bemerkbar. Ein geübter Gehörleser auf dem Morseapparate soll das Aufnehmen mit dem Telephone binnen wenigen Tagen erlernen. Es unterliegt jedoch keinem Anstande, den Telephonempfänger durch ein Relais, welches mit Rücksicht auf die gegenfrittende Wirkung des eigentlichen Empfängers auf Ruhestrom geschaltet werden muss, zu ersetzen. Für den Anruf wird auf das Telephon eine kleine Pfeife aufgesetzt, welche der Funkenfrequenz entsprechend abgestimmt ist. Nach diesem Systeme ist bereits eine Reihe von Stationen eingerichtet, wovon die Bemerkenswerteste die im Steeplechase Parke auf Coney Island ist, welche den höchsten Mast aller amerikanischen Stationen hat, da derselbe gegen 70 m hoch ist. Diese Station konnte mit einem nach demselben Systeme eingerichteten Schiffe, welches nur einen 20 m hohen Luftmast hatte, an-

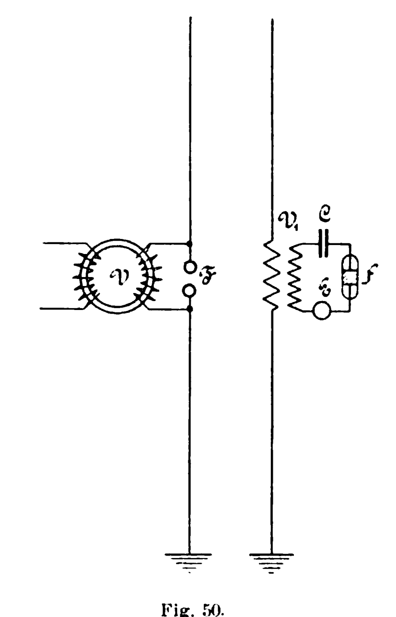


Fig. 50.

standslos bis auf 60 km sprechen. Dieselbe nahm auch von dem nach dem Systeme *Slaby-Arco* eingerichteten Dampfer „Deutschland" Depeschen auf eine Entfernung von 112 km auf.

Während der vorjährigen Manöver der amerikanischen Kriegsmarine hat sich das System der drahtlosen Telegraphie von *Lee de Forest* nicht nur durch seine grosse Empfindlichkeit, sondern auch durch die Sicherheit, mit welcher die Nachrichten vermittelt wurden, vollkommen bewährt. Zu erwähnen ist hierbei, dass auch mit Apparaten von *Fessenden* gegebene Depeschen und zwar, wie sich durch nachträglichen Vergleich herausstellte, richtig aufgenommen wurden.

(Fortsetzung folgt.)

Neue Einrichtungen und Nebenvorrichtungen zur Zugsicherung auf Eisenbahnen.

(Fortsetzung von S. 320 d. Bd.)

VI. Elektrisch-selbsttätiges Blocksignal von Rudolf Bartelmus.

Auch bei dieser Anordnung soll sich, gleich wie bei der unter V besprochenen, die eigentlich zeichengebende Einrichtung, sowie die zum Signalbetrieb erforderliche Stromquelle, nämlich eine Dynamomaschine, auf den Zugslokomotiven befinden, jedoch derart eingeschaltet sein, dass ein Pol der Stromquelle mittels eines Schleifbügels an eine isolierte Leitungsschiene anschliesst, welche in der Mitte des Fahrgleises verlegt ist, und die Länge des Blockabschnittes hat, während der zweite Polanschluss über die Signalvorrichtung zum Metallkörper des Lokomotivgestelles, bezw. durch die Räder mit den beiden, als Rückleitung dienenden Fahrschienen des Gleises vermittelt wird. Die Signalvorrichtung auf der Lokomotive erhält nun eine solche Einstellung, dass sie, solange zwischen den beiden Leitungen ein gewisser Widerstand vorhanden ist, der die Stromstärke auf ein bestimmtes Mass herabmindert, nicht zur Auslösung gelangt, wohl aber dann, wenn dieser Widerstand eine genügende Verminderung erfährt, oder wenn sich diese Widerstandsverminderung im Schliessungskreis gar bis zum Kurzschluss ausgestaltet.

Wie sich diese Idee mit den Widerständen und den Kurzschlüssen auf zweigleisigen Bahnstrecken ausnützen liesse, versinnlicht beispielsweise Fig. 8, wo die untere dicke Linie $g\,g$ das durchlaufend als Rückleitung benützte Eisenbahngleis darstellt, während die oberen stark ausgezogenen Linien s_2, s_3, s_4, s_5 ... die isoliert im Gleismittel liegenden, nach Massgabe der einzelnen Blockabschnittlängen bemessenen Leitungsschienen bedeuten, auf welche der von der Lokomotive herabreichende, federnde Stromabgeberbügel t gleitet. Die Lokomotivausrüstung ist in Fig. 8 allerdings nur durch den Wecker im allgemeinen angedeutet, was aber zur Erläuterung der Signalvorgänge vollständig genügt, wenn auch in der vom Erfinder geplanten Anordnung nebst der Läutevorrichtung noch verschiedene Abfallscheiben, Kontrollglühlampen und Umschalter vorhanden sein sollen, die jedoch an der Grundidee nichts ändern. Die Streckeneinrichtung besteht für jedes Gleis einer Doppelbahn an jeder Blockstelle lediglich aus zwei Widerstandsrollen w_2, w_3, w_4 . . . und v_3, v_4, v_5 . . . und einem Relais r_3, r_4, r_5 . . . sowie zwei Glühlichtlampen, von denen unter Umständen l_3, l_4, l_5 . . . rot und l'_3, l'_4, l'_5 . . . weiss leuchten. Das vordere Ende jeder der Leitungsschienen s_2, s_3, s_4 . . . steht durch Vermittlung der Widerstandsrolle w_2, w_3, w_4 . . . und das rückwärtige über die Spulen des Relais r_3, r_4, r_5 . . . mit der Rückleitung, d. i. mit dem Fahrgleis $g\,g$ dauernd in Verbindung und die Leitungswiderstände dieser beiden Abschlüsse sind so ziemlich gleich.

So lange sich in einem Blockabschnitte und auch im vorausliegenden, nächsten Abschnitte kein Zug befindet und also auch kein Strom daselbst vorhanden ist, wird der Relaisanker abgerissen sein und auf dem linksseitigen Kontakte liegen, wie es in Fig. 8 z. B. bei r_5 und bei r_3 dargestellt erscheint. In diesem Falle ist dem Widerstand w_4 bezw. w_2 eine *weisse* Glühlampe und ein kleiner Ausgleichwiderstand v_5 bezw. v_3 parallel geschaltet. Diese Nebenschaltung hört jedoch auf, sobald der Relaisanker, wie es an der Blockstelle *IV* ersichtlich gemacht ist, angezogen und auf den rechtsseitigen Kontakt gelegt wird: dafür entsteht von der Leitungsschiene s_3 über den Anker des Relais r_4 ein kurzer Weg zur Rückleitung. Neben den Spulen jedes Relais besteht hingegen eine dauernde, unveränderliche Abzweigung, in welcher sich eine rot verglaste Glühlampe l_3, l_4, l_5 . . . befindet.

Wenn ein Zug einen Blockabschnitt befährt, teilt sich der von der Dynamomaschine d erzeugte Strom, nachdem er über die Lokomotivsignalvorrichtung m und den Gleitbügel t in die Leitungsschiene s eintritt, in zwei Zweige, von denen der eine nach V verlauft und hier einerseits über w_4, andererseits über l'_5 und v_5 zur Rückleitung gelangt, um durch dieselbe und das Radgestelle p der Lokomotive wieder den Polschluss zu erreichen. Der andere Zweigstrom geht von Stromabgeber t über s_4 nach rückwärts, durchläuft in *IV* einerseits das Relais r_4, andererseits die rote Glühlampe l_4, um dann über die Fahrschienen und das Lokomotivrad p zurückzukehren. So lange sich ein Zug innerhalb eines Blockabschnittes befindet, brennt sonach an der Blockstelle vor dem Zuge eine weisse, an jener hinter dem Zuge eine rote Glühlampe, die durch entsprechende Spiegelkammern oder dergl. auch der Zugmannschaft gut wahrnehmbar gemacht werden können. Ausserdem wird an der rückliegenden Blockstelle das Relais derart betätigt, dass es den Widerstand der Nachbarstrecke ausschaltet.

Fig. 8.

Ein Zug, der sich dem Ende eines Blockabschnittes nähert, muss also, wenn die Anordnung richtig arbeitet, auf der Strecke die *weisse* Lampe brennend vorfinden, während im Augenblicke des Uebertrittes in den nächsten Blockabschnitt die weisse Lampe erlöschen und die *rote* Lampe aufleuchten muss. Die Zugmannschaft soll diesen Vorgang genau beobachten, um für den Fall, als Unordnungen vorkämen, das Erforderliche veranlassen zu können. Würde sich ein Folgezug einem vorausfahrenden Zug bis auf einen Blockabschnitt nähern, so wird in dem Augenblick, wo der Stromabgeber t des Folgezuges — um bei dem in Fig. 8 dargestellten Beispiel zu bleiben — von s_2 auf s_3 gelangt, vermöge des bei *IV* über den Anker des Relais r_4 bestehenden Kurzschlusses, in der Signalvorrichtung m des Folgezuges der volle Strom zur Geltung kommen und sonach das Lärmsignal hervorrufen. Auf diese Weise erhält also der Folgezug Nachricht, dass im nächsten Blockabschnitt *IV*—*V* sich noch ein Zug befindet; erster wird daher nur mit Vorsicht bis zur nächsten Blockstelle *IV* vorrücken und hier so lange

stehen bleiben, bis die rote Lampe l_4 verlischt, als Beweis, dass die Strecke voraus wieder frei geworden ist. So sinnreich aber diese Anordnung auch scheint, so wird sie für die Praxis niemals auf Verwertung rechnen dürfen, weil das Versagen einer Stromquelle oder eine Unterbrechung in den Stromwegen stets auch das Versagen des Warnungssignals zur Folge hat. Wenn auch diese Fehler auf der Lokomotive jedes einzelnen Zuges sich durch die Kontrollglühlampen oder sonstige Vorrichtungen ersichtlich machen, so ist damit für die Zugdeckung noch lange keine genügende Sicherung geschaffen, denn um diese zu leisten, muss das Eintreten von Betriebsstörungen sich durch das *Gefahrsignal* kennzeichnen, was vorliegend nie der Fall wäre. Ueberdem lassen sich zufällige oder absichtliche Störungen, allerdings nicht gefährlicher, wohl aber verkehrsstörender Natur, leicht dadurch herbeiführen, dass zwischen der Leitungsschiene und den Fahrschienen beliebige Kurzschlüsse hergestellt werden.

VII. Millers rein selbsttätige Streckenblockeinrichtung mit Lokomotivsignalen.

Millers Streckenblockeinrichtung ist auf Grund der bekanntlich in Amerika entstandenen und zur Zeit daselbst bereits weit verbreiteten Anwendung von Gleisleitungen aufgebaut, d. h. die Schienenstränge der einzelnen Blockabschnitte sind als Stromführungen mit ausgenützt und daher an den Stellen, wo die nachbarlichen Strecken zusammentreffen, von einander isoliert. In der Regel geschieht Letzteres mittels einer nichtleitenden Schienenstossverbindung; vorliegendenfalls werden jedoch die einzelnen Abschnitte, wie das Stromlaufschema Fig. 9 ersehen lässt, durch gut isolierte Schienen J_2 und i_2, J_3 und i_3, J_4 und i_4 .... von einander getrennt.

In die Schienenstränge S_2 s_2, S_3 s_3, S_4 s_4 .... der Gleisabschnitte ist mittels zweier Anschlusskabel am Beginn der Blockstrecke je ein Relais R_3, R_4, R_5 .... und am Ende derselben je eine Batterie b_2, b_3, b_4 .... eingeschaltet. Da die beiden Schienenstränge als Stromleiter angeordnet und zu dem Ende an den Schienenstössen, die innerhalb des Blockabschnittes liegen, in herkömmlicher Weise durch Kupferdrahtbrücken besonders gutleitend gemacht sind, so durchfliesst der Strom der genannten Batterien die Spulen der zugehörigen Relais, deren Anker a_3, a_4, a_5 .... also unter gewöhnlichen Verhältnissen, d. h. solange sich kein Zug in dem Abschnitte befindet, angezogen sein werden. Wenn jedoch ein Zug in einen Blockabschnitt einfährt, so bringt gleich das erste Räderpaar durch die Vermittlung der Radachse einen Kurzschluss der betreffenden Batterie b hervor, demzufolge das zugehörige Relais R keinen Strom mehr erhält und seinen Anker a sonach loslässt, wobei die beiden sonst in Schluss befindlichen Relaiskontakte z_3, z_4, z_5 .... und n_3, n_4, n_5 .... unterbrochen werden.

Nebst dieser Einrichtung befindet sich auch noch auf jedem Blockposten eine zweite Batterie B_3, B_4, B_5 .... mit einem Polwechsler W_3, W_4, W_5 ...., der durch den Anker A_3, A_4, A_5 .... eines besonderen Elektromagnets M_3, M_4, M_5 .... in der Weise gesteuert wird, dass der angezogene Elektromagnetanker den Stromweg über u_3, u_4, u_5 .... und der abgerissene jenen über v_3, v_4, v_5 .... herstellt, während der Ankerhebel selber gleichzeitig im ersteren Falle mit dem negativen, im letzteren Falle mit dem positiven Pol der Batterie B_3, B_4, B_5 .... in Verbindung steht. Aus den in Fig. 9 durch gestrichelte Linien gekennzeichneten Stromleitungen lässt sich leicht ersehen, dass die Elektromagnete M_3, M_4, M_5 nicht von der Batterie ihres Postens, sondern von der des vorausliegenden Nachbarpostens erregt werden. So wird beispielsweise der Elektromagnet M_3 von dem Strome der Batterie B_4 durchflossen, der über u_4 seinen Weg bei x_3 in den Schienenstrang s_3 findet, dann bei p_3 über g nach M_3 gelangt und schliesslich über z_3, a_3, l_3, n_4, a_4, A_4 zum zweiten Pol zurückkehrt. In gleicher Weise verläuft der Strom der Batterie B_5 über u_5, x_4, s_4, p_4, g_4, M_4, z_4, a_4, l_4, n_5, e_5, A_5, und ganz übereinstimmend verlaufen die betreffenden Ströme auch in allen übrigen Blockabschnitten.

Unter diesem Verhältnisse ist, so lange alle Teile die in Fig. 9 dargestellte Ruhelage besitzen, der Schienenstrang s_2, s_3, s_4 .... des Fahrgleises überall an dem Pluspol der Batterie B_3, B_4, B_5 ... angeschlossen, während je eine eigene Zweigleitung e_3 y_2, e_4 y_3, e_5 y_4 ... vom Minuspol derselben Batterie eine Verbindung zu den isolierten Zwischenschienen i_2, i_3, i_4 ... vermittelt. Würde nun beispielsweise das Relais R_4 aus irgend einem Anlasse seinen Anker a_4 loslassen, so hört bei z_4 der Stromweg zu M_4 auf, und dieser Elektromagnet lässt gleichfalls seinen Anker A_4 los. Letzterer schliesst nunmehr den Stromweg bei v_4, während er u_4 unterbricht und selber mit dem Pluspol der Batterie B_4 in Verbindung tritt. Infolge dieses Vorganges haben ersichtlichermassen auch die Anschlüsse an s_3 bei x_3 und an i_3 bei y_3 ihre bisherige Polarität gewechselt. Genau derselbe Vorgang hat sich gleichzeitig beim zurückliegenden Nachbarposten vollzogen, indem durch das Abreissen des Relaisankers a_4 auch der Kontakt n_4 gelöst, und sonach der Stromweg der Batterie B_4 zum Elektromagneten M_3 unterbrochen wurde. Da nun als weitere Folge der Anker A_3 abreisst und den Polwechsler umschaltet, so ist natürlich auch die bisherige Polarität der Anschlüsse x_2 und y_2 umgekehrt worden. Sobald also ein Zug in einen Blockabschnitt einfährt und in der weiter oben erwähnten Weise das Relais des Blockpostens hinter sich stromlos macht, so bringt er hierdurch nicht nur auf diesem, sondern auch auf dem rückwärtigen Nachbarblockposten den oben betrachteten Polwechsel zu stande.

Fig. 9.

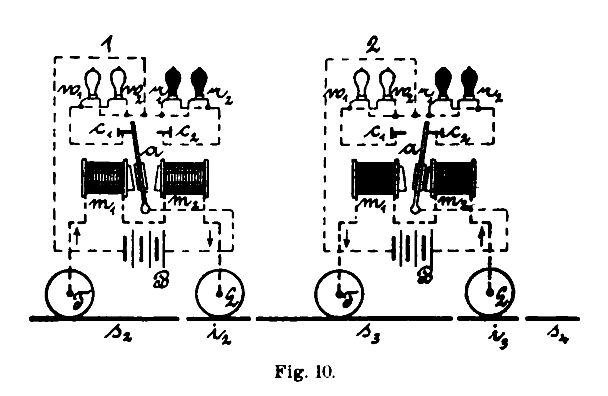


Fig. 10.

Mit Hilfe dieses Polwechsels wird nun die Signalgebung auf den Zugslokomotiven durchgeführt, zu welchem Ende jede derselben mit zwei nebeneinandergeschalteten *weissen* Glühlampen w_1 w_2, Fig. 10, und zwei ebensolchen *roten* Glühlampen r_1 r_2, sowie mit einer Batterie B versehen ist, deren Strom entweder die weissen oder die roten Lampen speist, je nachdem eine zwischen zwei polarisierten Elektromagneten

m_1 und m_2 bewegliche Ankerzunge a auf dem Kontakte c_1 oder c_2 liegt. Die hintereinandergeschalteten Spulen von m_1 und m_2 sind einerseits mit dem Tenderrad T, andrerseits mit dem Lokomotivrad L leitend verbunden, während jedem Nebenschlusse zwischen T und L durch eine passende Isolierung der Tenderbrust von der Führerstandbrücke sorgsamst vorgebeugt ist. Wenn der Lokomotivführer seinen Dienst bei einem Zuge antritt, so zündet er durch Einschaltung seiner Batterie B die *weissen* Lampen an, die bei unbehinderter Fahrt unverändert weiterbrennen und dadurch dem Lokomotivführer anzeigen, dass auf seinem Wege alles in Ordnung ist. Jedesmal bevor der Zug in einen neuen Blockabschnitt übertritt, gelangt das Lokomotivrad L auf die betreffende isolierte Zwischenschiene i_2, i_3, i_4 . . ., Fig. 9, während das Tenderrad noch auf dem langen Schienenstrang s_2, s_3, s_4 . . . läuft. In diesem Augenblicke tritt, wenn der ins Auge gefasste Zug beispielsweise aus dem Blockabschnitte *II* in den Blockabschnitt *III* einfährt, der Batteriestrom von B_3 über u_3, x_2 und s_2 in das Tenderrad, durchläuft dann auf der Lokomotive die Spulen von m_1 und m_2, Fig. 10 (1), um über das Lokomotivrad L, die isolierte Schiene i_2, dann über y_2, e_3, A_3, Fig. 9, zum andern Pol zurückzukehren. Dieser Strom erregt mithin die beiden Elektromagnete m_1 und m_2 auf der Lokomotive, jedoch lediglich in dem Sinne, dass a von m_2 abgestossen und von m_1 angezogen wird. Der Kontaktschluss bei c_1 bleibt daher ungeändert und ebenso das *weisse* Licht. Angenommen, der Zug würde nun in Verfolgung seiner Fahrt den Blockabschnitt *IV* erreichen, während sich im Blockabschnitte *V* noch ein vorausfahrender Zug befindet, dann wird der beim Ueberfahren von i_3 in die Signalvorrichtung der Lokomotive gelangende Strom der Batterie B_4 in verkehrter Richtung eintreten, so dass a, Fig. 10 (2) — von m_2 angezogen und von m_1 abgestossen wird — von c_1 auf c_2 legt, weshalb das *weisse* Licht verlischt und dafür die *roten* Lampen zu brennen beginnen.

Dieses *rote* Licht wird vorliegendenfalls nicht als *absolutes Haltesignal* aufgefasst, sondern nur als Warnungssignal betrachtet, welches den Lokomotivführer verpflichtet, unverzüglich alle Vorbereitungen zu treffen, deren es bedarf, um den Zug jeden Augenblick anhalten zu können. Dem Zuge ist es also erlaubt, dem vorausfahrenden mit angemessener Vorsicht nachzurücken, wobei es natürlich nicht ausgeschlossen erscheint, dass durch Herabminderung der Geschwindigkeit des Folgezuges der für die *freie Fahrt* gebotene Raumabstand von zwei Blockabschnitten wiedergewonnen wird. Dies würde sich an der Lokomotivsignalvorrichtung des nachfahrenden Zuges selbstverständlich durch die Rückwandlung des *roten* Lichtes in *weiss* kenntlich machen, weil dann die nächste Erregungsbatterie wieder die gewöhnliche, für *weiss* erforderliche Polarität besitzt.

Damit das zugdeckende Warnungssignal um so sicherer erfolgt, sind die Drahtwicklungen der Elektromagnetspulen in der Lokomotiveinrichtung derart gewählt, dass die Elektromagnete den Anker a, Fig. 10, auch bei einem geschwächten Linienstrom umlegen, während die Elektromagnete der Polwechsler auf den Blockposten (h_3, h_4, h_5 . . ., Fig. 9) ihren Anker nur so lange angezogen halten, als die zugehörige Batterie einen Strom von einer bestimmten mindesten Stärke liefert. Die Schwächung einer der in Rede stehenden Batterien hat also immer das Abreissen des betreffenden Elektromagnetankers (A_3, A_4, A_5 . . ., Fig. 9) zur Folge und wird sich, ähnlich wie ein Zug oder ein Schienenbruch u. dergl. durch das Entzünden des *roten* Lichtes ersichtlich machen und Anlass bieten, dass der Anstand gleich entdeckt und unverzüglich seine Behebung eingeleitet werden kann.

Miller hat der Lokomotivsignalvorrichtung, ohne von der grundsätzlichen, in Fig. 9 ersichtlich gemachten Anordnung abzugehen, noch mancherlei Aenderungen angefügt, so z. B. namentlich eine Schaltungsform, welche es ermöglicht, die Dauer des auf m_1 und m_2, Fig. 10, einwirkenden Stromes zu verlängern. Zu diesem Zwecke wird noch eine zweite Radachse des Tenders isoliert, nämlich die letzte Achse dieses Fahrzeuges und den Elektromagneten m_1 und m_2 noch eine zweite Spulenwicklung gegeben, die aber der ersten Spule gegenüber *verkehrt* gewickelt ist. Das rechtsseitige Ende dieser zweiten Spule steht mit der vorgedachten zweiten Tenderachse, das linksseitige mit der ersten Tenderachse T, Fig. 10, in Verbindung. Vermöge dieser Anordnung erfolgt bei jedem Blockposten, sobald die Lokomotivachse L auf die isolierte Schiene aufläuft, der erste m_1 und m_2 beeinflussende Stromschluss in der weiter oben betrachteten Weise; gelangt aber sodann das Rad T auf die isolierte Schiene, so kommt ein zweiter Strom durch die Signalvorrichtung, der diesmal von T über m_2, m_1 zu der zweiten isolierten Tenderachse verläuft. Dieser Strom würde dem ersten entgegengesetzt sein, wirkt jedoch in anbetracht der verkehrt gewickelten Spulen wieder in gleichem Sinne wie der erste Strom und trägt sonach bei, die Elektromagneterregung in der Signalvorrichtung zu verlängern und hierdurch die Signalgebung zu sichern.

Eine *Miller*sche Blocksignalanlage steht zur Zeit auf der zweigleisigen Strecke *Dolton—Momence* der *Chicago and Eastern Illinois-Railroad* seit 1901 im Betriebe. Die besagte Strecke ist 35 km lang und in acht Blockabschnitte geteilt; diese Anlage soll sich laut einer Mitteilung der *Railroad Gazette* vom Juni 1902 bis jetzt ganz gut bewähren. Seitdem hat man aber auch auf einer europäischen Probestrecke, nämlich auf der schottischen *Great Central Railway* eine *Miller*sche Blocksignalanlage eingerichtet, welche — wie „*The electrical Engineer*" berichtet — am 6. Februar 1903 von einer zahlreichen Kommission aus grossbritanischen und festländischen Fachmännern geprüft und angeblich günstig beurteilt worden ist. Bei dieser neuesten Anlage hat lediglich die Lokomotiveinrichtung eine kleine aber sehr zweckdienliche Vereinfachung und Verbesserung erfahren (vergl. Elektrotechnische Zeitschrift vom 23. April 1903, S. 317).

(Schluss folgt.)

Bemerkungen zu Marconis Ozeantelegraphie.

Von Dr. **A. Koepsel.**

Die in Heft 6 und 16 (1903) der E. T. Z. erschienene Beschreibung der Apparate und Einrichtungen der *Marconi*stationen für die Ozeantelegraphie gestatten einige Schlüsse, welche für Fachleute auf diesem Gebiete nicht uninteressant sein dürften und welche zugleich den Weg erkennen lassen, auf dem *Marconi* seine bisherigen Erfolge erreicht hat und ein Urteil darüber gestatten, ob dieser Weg der richtige ist, um zu dem erstrebenswerten Ziel einer allgemeinen unabhängigen und unbeschränkt sicheren Nachrichtenvermittlung zu gelangen.

Die interessanten Daten, welche über die Grösse der verwendeten Kapazitäten und auch annähernd über die der Selbstinduktion gegeben sind, erlauben einen Schluss auf die Grösse der verwendeten Wellenlängen. Da die Kapazität etwa 1 *Mi*, also $= 9 \cdot 10^5$ cm [elektrostatisch] beträgt und die Selbstinduktion nach den gemachten Angaben etwa von der Grössenordnung $2 \cdot 10^3$ cm [elektromagnetisch] sein dürfte, so ergibt sich eine Wellenlänge von der Grössenordnung $26 \cdot 10^4$ cm, d. h. 2600 m. Der Luftdraht müsste demnach eine Länge von über 600 m haben, um gute Resonanz mit dem Flaschenkreis zu erzielen. Tatsächlich hat er aber nur eine Länge von etwa 90 m.

Nun wird ja allerdings durch die Verwendung mehrerer Leiter die Kapazität gesteigert, was eine Verkürzung der notwendigen Resonanzlänge zur Folge haben würde, aber die Selbstinduktion wird verringert, was eine Verlängerung bedingt. Steigt nun durch Vermehrung der Leiterzahl die Kapazität des Systems in demselben Verhältnis, als die Selbstinduktion abnimmt, so bleibt $\sqrt{LC}$ mithin auch die Resonanzlänge konstant.

Dies ist der Fall bei zusammenliegenden parallelen Leitern, was übrigens auch ohne Weiteres daraus geschlossen werden kann, dass die Dicke eines Leiters auf seine Resonanzlänge so gut wie keinen Einfluss hat.

Bekanntlich werden die Selbstinduktion L und die Kapazität C



eines geraden Leiters von der Länge l und der Dicke d dargestellt durch die Ausdrücke

$$L = 2\,l\left\{ln\frac{4\,l}{d} - 1\right\}$$

$$C = \frac{l}{2\,ln\frac{2\,l}{d}}$$

Seine natürliche Wellenlänge ist daher

$$4\sqrt{LC} = 4\,l\sqrt{\frac{ln\frac{4\,l}{d} - 1}{ln\frac{2\,l}{d}}}$$

oder

$$= 4\,l\sqrt{\frac{ln\frac{4\,l}{d} - 1}{ln\frac{4\,l}{d} - ln 2}} = \sqrt{\frac{ln\frac{4\,l}{d} - 1}{ln\frac{4\,l}{d} - 0{,}69}}$$

So lange also die Länge des Drahtes gross gegen seinen Durchmesser ist, wird sich der Wurzelausdruck wenig von 1 unterscheiden, d. h. seine natürliche Wellenlänge ist gleich seiner vierfachen Länge. Steigt die Dicke des Drahtes bei konstanter Länge, so wird also die natürliche Wellenlänge etwas kleiner werden, als seine vierfache Länge, d. h. zur Erreichung vollkommener Resonanz mit einem System gleicher Wellenlänge wird man den Draht etwas verlängern müssen.

Anders verhält sich die Sache aber bei Verwendung mehrerer Drähte, die einen gewissen Abstand von einander haben, zumal wenn dieselben auf einem Kegelmantel liegen, und ausserdem die Spannung auf denselben sinusartig verteilt ist. Zwar nimmt hier die Kapazität ebenfalls zu, aber in viel stärkerem Masse und die Selbstinduktion nimmt ab, aber in geringerem Masse als die Kapazität zunimmt. Die natürliche Wellenlänge eines solchen Systems bleibt daher nicht konstant, gleich seiner vierfachen Länge, sondern nimmt zu mit der Anzahl und dem Abstand der verwendeten Drähte, sodass durch diese Anordnung tatsächlich eine Verkürzung der Resonanzlänge erzielt wird. Bei Verwendung von 4 Drähten von 1 mm Durchmesser und 6 m Länge, deren gegenseitiger Abstand am Ende 0,2 m ist, während die Anfänge in einem Punkt zusammenfallen, beträgt diese Verkürzung etwa 9 v. H., d. h. wenn ein 6 m langer Draht in Resonanz mit einem Flaschenkreise von 24 m Wellenlänge ist, so kommt ein Drahtsystem von 4 solchen Drähten bei einer Länge von etwa 5 m mit demselben Flaschenkreis zum Maximum der Resonanz. Dass nun diese Verkürzung bei Anwendung von 400 Drähten, wie sie, laut Angabe, von *Marconi* benutzt werden, den Betrag von über 80 v. H. erreicht, scheint hiernach nicht ausgeschlossen zu sein, und es dürfte somit die Verwendung so vieler Einzelluftleiter nicht sowohl dem Zwecke dienen die Ausstrahlung zu vermehren, als vielmehr bei der Benutzung so grosser Kapazitäten und Wellenlängen zum Zwecke der Verkürzung der Resonanzlänge geboten zu bilden.

Eine rechnerische Behandlung dieser Erscheinungen dürfte für theoretische Physiker eine denkenswerte Aufgabe sein.

Es ist klar, dass ein solches System eine gewaltige Dämpfung besitzen muss, und die Erfahrungen, die man bisher mit derartigen Systemen gemacht hat, laufen darauf hinaus, dass mit ihnen eine gute Abstimmung nicht erreicht werden kann. Um so auffallender müsste die Nachricht erscheinen, die bisher allerdings durch einwandfreie Zeugen noch nicht bestätigt wurde, dass bei einer Zeichenübermittlung auf mehr als 1600 km, die nur 11 km entfernte Station auf Kap Lizard nicht in Mitleidenschaft gezogen wurde. Indessen dürfte dieses Resultat bei Berücksichtigung der hierbei obwaltenden besonderen Umstände weniger überraschen, als es vielleicht auf den ersten Blick den Anschein bilden.

Wenn nämlich das erstgenannte Sendersystem sehr eng gekoppelt ist und mit dieser gewaltigen Wellenlänge arbeitet, während das Empfangssystem auf Kap Lizard sehr lose gekoppelt ist und vielleicht auf den zehnten Teil dieser Wellenlänge abgestimmt ist, so darf diese Unabhängigkeit nicht Wunder nehmen, da erstere Station stark gedämpfte, lange Wellen grosser Intensität aussendet, die naturgemäss auf den lose gekoppelten und mit bedeutend kleinerer Wellenlänge arbeitenden Empfänger so gut wie keine Wirkung ausüben, wie ja auch Herr Professor *Max Wien* in den Ann. d. Phys. Bd. 8 pag. 711 (1902) sehr eingehend erörtert hat. Anders dürfte sich übrigens auch die Sache verhalten, wenn die Wellenlängen der beiden Systeme vertauscht würden, da der kürzere Geber den längeren Empfänger zu stören pflegt, ein Resultat, das den Praktikern zwar bekannt ist, durch die Theorie aber bis jetzt noch nicht erklärt wurde.

Mit dieser scheinbar verblüffenden Nachricht über Störungsfreiheit ist indessen noch nicht bewiesen, dass zwei solcher gewaltigen Stationen, auch wenn sie sich in noch viel grösserer Entfernung als 11 km von einander befinden, unabhängig von einander korrespondieren können, was doch die Grundbedingung für eine ausgedehnte Ozeantelegraphie wäre und dieser Beweis dürfte mit den beschriebenen *Marconi*stationen schwerlich geführt werden können.

Immerhin muss man *Marconi* das Verdienst lassen, dass er wieder einmal den Vogel abgeschossen hat, insofern, als seine Stationen auf den Rekord der Entfernung vorzüglich zugeschnitten sind, und dieser Rekord bildet ja bis heute leider immer noch das erstrebenswerteste Ziel.

Diejenigen aber, welche die Resonanzwirkungen selbst schwacher aber wenig gedämpfter Wellenzüge genügend zu würdigen wissen, sollten sich vor Augen halten, dass man, um ein Ziel zu erreichen, nicht unbedingt mit Kanonen schiessen muss, sondern dass man es auch auf weniger geräuschvolle Weise erreichen kann, wenn das auch vielleicht etwas mehr Ueberlegung erfordert.

Die Energie und ihre explosionsartige Ausgabe ist bei dem *Marconi*schen System auf Kosten der Dämpfung erkauft und zwar nicht nur im Flaschenkreis, sondern auch im Luftleiter. Unter Beibehaltung derselben Energiemenge, also der gleichen Kapazität, müsste man zur Verringerung der Dämpfung die Selbstinduktion derartig vergrössern, dass man noch zu viel grösseren Wellenlängen kommen würde, was aber wieder eine Verlängerung der Luftleiter oder eine Vermehrung ihrer Zahl bedeuten würde. Betreten wir den letzteren Weg, so kommen wir schliesslich an eine Grenze, wo die Kapazität des Luftleitersystems sich der Grössenordnung der Kapazität des Flaschenkreises nähert; in diesem Fall wäre aber der Flaschenkeis nicht mehr imstande, das Leitersystem mit der vollen Spannung zu laden; es tritt ein bedeutender Spannungsverlust und damit Verschlechterung der Fernwirkung auf. Man sieht also, dass dieses System eine Grenze besitzt, über die man nicht hinauskommt.

Man braucht indessen weder auf die grosse Energie, noch auf die grosse Wellenlänge zu verzichten, wenn es gelingt, ein Luftleitersystem zu finden, bei dem unter gewissen Veränderungen die Kapazität abnimmt, während die Selbstinduktion wächst, das Abnehmen der Kapazität aber langsamer vor sich geht, als das Wachsen der Selbstinduktion.

Ein solches System giebt es[1]) und es besitzt dieselbe Eigenschaft wie das oben beschriebene, nämlich dass mit ihm eine wesentliche Verkürzung der Resonanzlänge erzielt werden kann. Da es ausserdem sehr geringe Kapazität besitzt, so ist seine Dämpfung gering und wird nie die Grössenordnung der Kapazität des Flaschenkreises erreichen, daher die oben genannte Grenze für die Fernwirkung wegen des Spannungsverlustes bei der Ladung durch den Kondensator des Flaschenkreises nicht existiert.

Marconis System, die Wellenlänge zu vergrössern und die Resonanzlänge des Luftleiters durch Vergrösserung seiner Kapazität zu verringern, hat eine praktische Grenze, welche in dem Verhältnis der Kapazität des Flaschenkreises zu derjenigen des Luftleitersystems gegeben ist und gestattet daher nicht, unbegrenzte Mengen von Energie in den Raum hinauszusenden, und von dieser Grenze dürfte *Marconi* schon nicht mehr sehr weit entfernt sein, denn wenn man die Kapazität seines Leitersystems auf etwa $5 \,.\, 10^4$ schätzt, was der Wahrheit ziemlich nahe kommen dürfte, so nähert sich diese schon bedenklich der Grössenordnung $9 \,.\, 10^5$ seiner Flaschenkapazität, und der oben erwähnte Spannungsverlust ist schon nicht mehr ausser Acht zu lassen.

Mit dem zuletzt genannten System würde man aber nicht nur eine viel geringere Dämpfung zu erreichen imstande sein, sondern auch die erwähnte Grenze viel weiter hinausschieben können, sodass hier tatsächlich von einer fast unbegrenzten Energieaussendung die Rede sein könnte.

Ausserdem würde man so mit loser Kopplung jedenfalls eine wirkliche Abstimmung erreichen können, die bisher von keinem der bis jetzt bekannten Systeme wirklich erreicht und einwandfrei bewiesen worden ist, worüber auch die Bemühungen der einzelnen Gesellschaften, die Aufmerksamkeit von dem Kernpunkt der Sache auf andere Anwendungsgebiete zu lenken, nicht hinwegtäuschen können. Ein Wettbewerb in bezug auf Störungsfreiheit, bei dem sich die einzelnen Systeme feindlich gegenübertreten würden, dürfte die Wahrheit dieser Behauptung sehr bald erhärten.

[1]) Näheres hierüber behalte ich einer späteren Mitteilung vor.

Kleinere Mitteilungen.

Geschwindigkeits-Regulator für Turbinen.

Von L. Ribourt. Le Genie civile, 7. März 1903.

Der Apparat, der von dem Ingenieur *L. Ribourt* erfunden wurde, hat seine Vorzüge bereits in der Praxis bewährt, und zwar nicht nur bei Anlagen mit grossem Gefälle, wo die Regulierung einfacher ist, sondern auch bei schwierigen Verhältnissen, niedrigem Gefälle, geringer Leistung, schwerer Schütze, und sehr schwankendem Kraftbedarf. Auch hier entsprachen die praktischen Ergebnisse den theoretisch berechneten Verhältnissen.

Fig. 1. gibt einen schematischen Querschnitt.

Mit Hilfe einer Rotationspumpe *Z*, von der Achse der zu regulierenden Turbine aus angetrieben, wird eine Flüssigkeit — Wasser oder Oel — in einer völlig geschlossenen Bahn in stetige Bewegung gesetzt, und zwar nimmt die Pumpe ihren Bedarf aus dem Behälter *R*, treibt die Flüssigkeit durch die Röhre *A* zu dem Regulierapparat *F* und zurück zu dem Behälter *R*. Der Regulierapparat (Fig. 2) hat den Zweck, die durch Unregelmässigkeiten im Gange der Turbine, und damit auch der Pumpe hervorgerufenen Schwankungen in der Strömungsgeschwindigkeit im vergrösserten Masse in Schwankungen des inneren Druckes umzuwandeln.

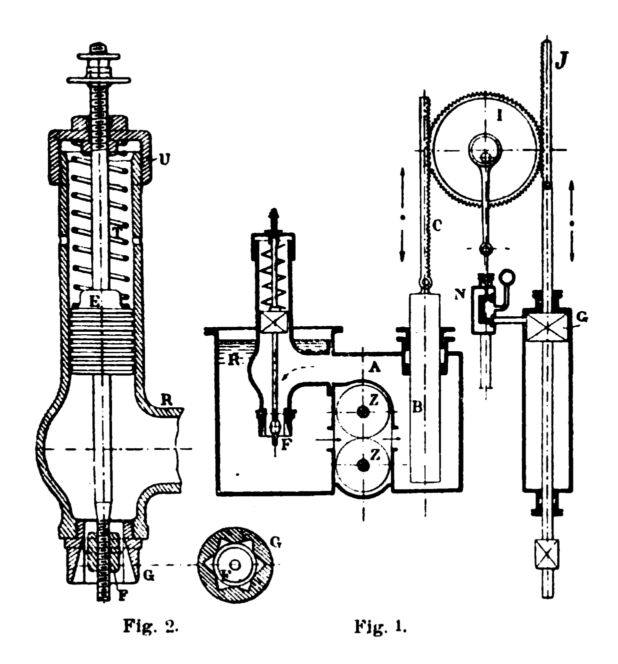


Fig. 2. Fig. 1.

Zu diesem Zwecke ist in die konische Ausflussöffnung *G* ein kleiner Kolben *F* eingesetzt, der den freien Durchfluss hindert, und zwar um so mehr, je mehr er in die Düse hineingezogen wird. Die Bewegung des Kolbens *F* erfolgt durch einen zweiten Kolben *E*, der unter der Wirkung zweier Kräfte steht: einmal des inneren Druckes, der ihn nach oben zu bewegen sucht und dadurch den Widerstand bei *F* noch vermehrt, und dann der Spannkraft der Feder *T*, deren Grösse durch die Schraube *U* zu regulieren ist. Unter der Wirkung des so veränderlichen inneren Druckes steht der Kolben *B* Fig 1. Dieser wirkt auf den Verteilungsschieber *N* des Relais *G* für den hydraulischen Kolben, der die Schütze betätigt. Um den Ausgangszustand wieder herbeizuführen, wirken die beiden Zahnstangen *C* und *J* auf das Getriebe *I*, das in Verbindung mit dem Schieber *N* steht.

Bei normalem Gang der Turbine wird sich in *A* ein Druck einstellen, abhängig von der freien Oeffnung, die der Kolben *F* in *G* der durchfliessenden Flüssigkeit lässt, und von der Federspannung. Jede Aenderung im Gange der Turbine führt eine Aenderung in der Stellung von *F* herbei, und ändert damit auch die übrigen Verhältnisse. Durch passende Wahl der Umdrehungszahl der Pumpe und der Federspannung kann man für jeden einzelnen Fall erreichen, dass bei geringer Abweichung von der einzustellenden Umdrehungszahl der Turbine beträchtliche Druckänderungen auftreten, und so den Apparat sehr empfindlich gestalten.

Der Apparat kann bei jeder Art von Turbinen angewandt werden.

Kesselsteinvernichter und Kesselspeisewasser.

Die grosse Anzahl der jährlich umgesetzten Universalmittel gegen Kesselsteinbildung und die fast täglich auftauchenden neuen Kesselsteinvernichter sind der beste Beweis dafür, welche weitgehende Unkenntnis, selbst in technischen Kreisen, noch heute über die Bildung und das Wesen des Kesselsteines herrscht. Es kann nicht häufig genug darauf hingewiesen werden, dass fast alle sogenannten Universalkesselsteinmittel, Kesselsteinvernichter, oder wie sie sonst noch genannt werden mögen, im günstigsten Falle an und für sich zwar unschädlich sind, ihrem Zweck aber absolut nicht entsprechen, in den meisten Fällen dagegen direkt schädlich wirken und wohl in allen Fällen viel zu teuer bezahlt werden.

So bringt die Zeitschrift für Spiritusindustrie folgende Mitteilung *Garniers* und der feuertechnischen Abteilung des Instituts für Gährungsgewerbe über einen von der Firma *J. Martin*-Berlin bezogenen Kesselsteinvernichter: „Das frische Mittel stellte eine gelatinöse, klebrige, braungefärbte Masse dar, welche sich im Wasser mit tiefbrauner Farbe auflöst; beim Schütteln der braunen Flüssigkeit macht sich an ihrer Oberfläche starke Schaumbildung bemerkbar.“ Die weitere Untersuchung beschränkte sich auf den Nachweis der Hauptbestandteile. „Das Mittel besteht hiernach aus 42,22 v. H. Wasser, die übrigen Bestandteile sind organischen Ursprungs. Neben Katechu, das in grosser Menge vorhanden ist, enthält die Masse noch Seifenkraut (Saponin) und Pflanzenschleim. Der wirksame Bestandteil des Mittels ist Gerbsäure. Diese kann bei geringem Zusatz derart auf das Kesselwasser einwirken, dass sie die beim Kochen ausgeschiedenen Mineralsubstanzen in Form eines nicht festhaltenden Schaumes niederschlägt. Grössere Mengen Gerbsäure wirken dagegen verunreinigend auf das Speisewasser ein, indem sie die Ausscheidungen vermehren.“

Ein weiteres neues Kesselsteingegenmittel, Ferrol genannt, ist in den Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinen-Betriebes von der Grossherzogl. Bad. Chem. Techn. Prüfungs- und Versuchs-Anstalt in Karlsruhe begutachtet worden. Hiernach ist das Mittel eine dunkelbraune, wässerige, trübe, sauer reagierende und nach rohem Holzteer und Petroleum riechende Flüssigkeit, auf welcher eine Oelschicht schwimmt. Aber auch dieses Mittel erfüllt nicht seinen Zweck, sondern bewirkt im Gegenteil eine grobe Verunreinigung des Kesselinhaltes.

Die Zusammensetzung der beiden obigen neuen Kesselsteingegenmittel muss also allein schon jedem, der sich überhaupt klar ist über die Entstehung des Kesselsteines aus dem Kesselspeisewasser, zeigen, wie wertlos dieselben als solche sind. Bezüglich der Bildung des Kesselsteines und der Verhütung desselben greifen wir hier zum Teil auf einen Aufsatz „Kesselspeisewasser“ der „Allgemeinen Zeitschrift für Bierbrauerei und Malzfabrikation“ zurück.

Ein Kesselspeisewasser soll keine grösseren Mengen von freier und halbgebundener Kohlensäure, von Sauerstoff, von Ammoniaksalzen und dem durch Wasserdämpfe unter Abgabe von Salzsäure teilweise zerlegbaren Chlormagnesium enthalten, da hierdurch das Rosten der Dampfkessel gefördert wird. Vor allen Dingen sind aber solche Wässer zu vermeiden, welche zufolge ihrer chemischen Zusammensetzung feste Ablagerungen am Kesselblech, den sogenannten Kesselstein, bilden und hierdurch zerstörend auf die Kesselbleche selbst wirken. Da jedoch wohl in den allerwenigsten Fällen die zu verwendenden Speisewässer mehr oder weniger frei von jenen Bestandteilen sind, so ist in der Regel auch eine Reinigung derselben nötig. Es handelt sich nun hier in erster Linie darum, den Gips unschädlich zu machen, was am geeignetsten durch Zusatz einer bestimmten Menge Soda geschieht, welche Menge sich nach dem jeweiligen Gehalt des Kesselspeisewassers an Gips richtet. Das Calciumsulfat zersetzt sich mit Soda nach folgender Gleichung:

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4.$$

Der kohlensaure Kalk, welcher sich in Form eines lockeren Schlammes abscheidet, lässt sich leicht entfernen, das schwefelsaure Natron dagegen scheidet sich nur dann ab und wird nur dann zu einem Kesselsteinbildner, wenn die Konzentration im Kessel eine allzustarke wird. In ähnlicher Weise lässt sich die Fällung der übrigen Calcium- und Magnesiumverbindungen unter gleichzeitiger Umbildung in die entsprechenden leicht löslichen Natriumsalze erzielen. Das für das Natriumsulfat gesagte gilt auch für den im Wasser mit am häufigsten vorkommenden kohlensauren Kalk und das Magnesiumkarbonat, vorausgesetzt jedoch, dass dieselben nicht neben grösseren Gipsmengen bezw. nicht selbst in allzugrosser Menge vorkommen. Sind jedoch Calcium- und Magnesiumkarbonat in grösserer Menge vorhanden, so fällt man entweder dieselben vermittels gelöschten Kalkes unter Vermeidung eines Ueberschusses von Aetzkalk, oder man kocht das Wasser eine halbe Stunde lang und entfernt dann den hierdurch gewonnenen Niederschlag. Treten dagegen neben Calciumkarbonat auch noch gleichzeitig grosse oder gar grössere Mengen Gips auf, so empfiehlt sich die Verwendung von Aetznatron. Dasselbe bildet nämlich zunächst mit der Kohlensäure des doppeltkohlensauren Kalkes Soda, wobei der

einfachkohlensaure Kalk sich abscheidet, und die Soda zersetzt dann den Gips.

$$Ca\,Ca_3CO_2 + No_2\,O = CaCO_3 + Na_2CO_3$$
$$Na_2\,CO_3 + CaSO_4 = Na_2SO_4 + CoCO_3.$$

Zum Schluss sei noch kurz auf die Anforderungen hingewiesen, welche die verschiedenen Zweige der Industrie an die zu verarbeitenden Wässer stellen. (Nach *Fischer*, Chem. Technologie und *Kubel-Tiemann*, Wasseranalyse).

Das Betriebswasser für Gärungsgewerbe soll frei sein von etwaigen anderen Gärungserregern, durch welche sekundäre Fermentationen veranlasst werden könnten, sowie von fremdartigen, organischen Substanzen, bei deren durch die vorhandenen Gärungserreger bewirkten Zerfall unliebsame Produkte entstehen könnten. In der Zuckerfabrikation sind möglichst Wässer zu verwenden, welche frei sind oder doch wenigstens nur geringe Mengen von Sulfaten, Nitraten sowie Alkalikarbonaten enthalten, da diese in hohem Grade melassebildend wirken. Die Wässer für Stärke- und Papierfabrikation sowie für Färbereien, Druckereien und Bleichereien sollen wenig organische Ausscheidungen oder Pflanzenreste (hauptsächlich wichtig für die Stärkefabrikation) und nur geringe Mengen von Eisenverbindungen enthalten.

Dr. Hcp.

Ein Apparat für Feuerlöschzwecke und Desinfektion.

Der von dem Amerikaner *Clayton* erfundene Apparat, welcher nach „*Le Génie Civil*" in Fig. 1 im Aufriss und in Fig. 2 in Seitenansicht gezeichnet ist, verfolgte zunächst den Zweck, entstehende Brände mit Hilfe von schwefliger Säure zu unterdrücken. Die Kenntnis der mikrobentötenden Eigenschaften der gasförmigen schwefligen Säure, welche schon in der verhältnismäsig schwachen Beimischung von nur 3 v. H. zur atmosphärischen Luft sehr energisch wirkt, verallgemeinerte indessen seine Anwendung und eroberte ihm ein Wirkungsgebiet, welches aussichtsreicher erscheint, als seine Verwendung zu Feuerlöschzwecken.

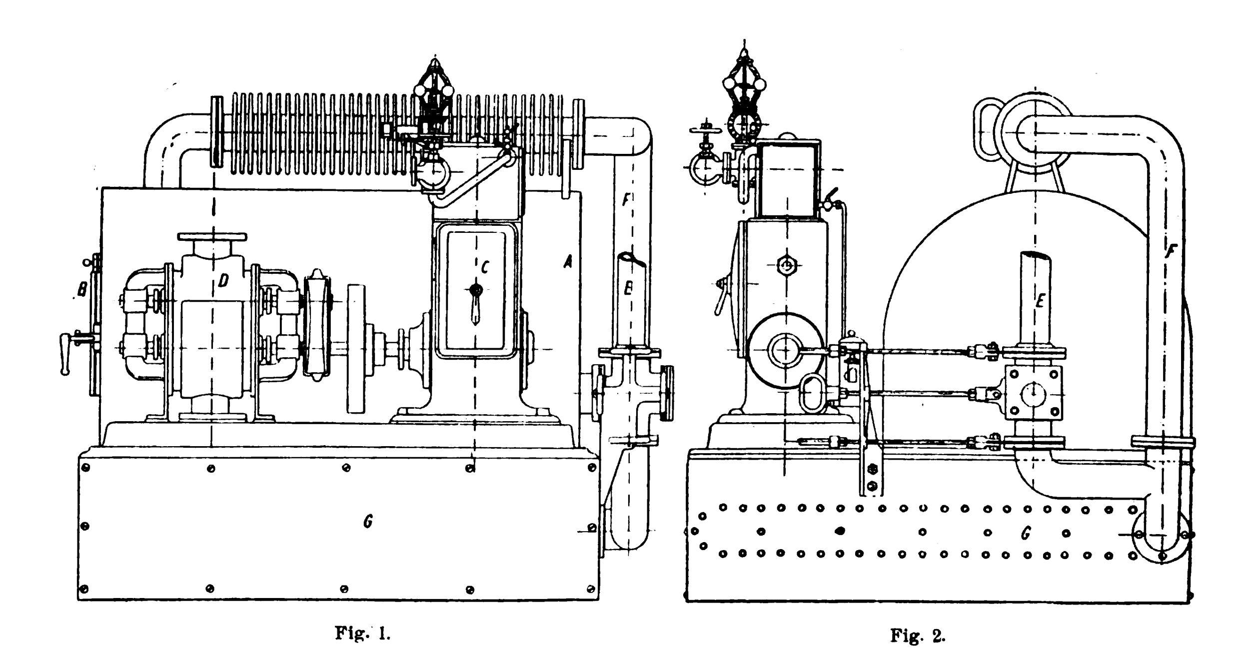


Fig. 1. Fig. 2.

Der Gaserzeuger *A*, der die Form eines grossen Backofens hat' ist aus Eisenblech hergestellt und innen mit einem weitmaschigen Drahtnetz versehen, auf welches Stücke von Stangenschwefel gebracht und verbrannt werden. Für die Menge des jeweils zu verwendenden Schwefels bietet die Tatsache, dass 1 kg Schwefel ungefähr 15 cbm Schwefligsäuregas liefert, den nötigen Anhalt. Zum Entzünden wird der Schwefel mit etwas Alkohol, oder Petroläther übergossen. Man schliesst sodann die Türe *B* und setzt mittels eines beliebigen Motors *C* oder einer Transmission ein Schaufelrad in Bewegung, welches sich im Zylinder *D* befindet. Mit Hilfe dieses Aspirators wird Luft durch das Rohr *E* in den Apparat gesaugt, woselbst deren Sauerstoff sich mit dem Schwefel zu schwefliger Säure verbindet. Das die schweflige Säure enthaltende Gasgemisch wird dann durch das Rohr *F* in den Kühler *G* gedrückt und von da nach den Räumen, die man zu desinfizieren wünscht. Natürlicher Weise bietet es keinerlei Schwierigkeiten, den Betrieb des Apparates zu einem kontinuierlichen zu machen.

Der Apparat findet in England und Amerika Anwendung zum Desinfizieren von Hospitälern, Kasernen und Schulen. In Dünkirchen wurde er vor einiger Zeit zum Desinfizieren von Schiffen und deren Ladungen verwandt und auf der Themse endlich benutzte man ihn zum Vernichten der Ratten auf den Schiffen. —

Die Verwendung des Schwefligsäuregases zu Feuerlöschzwecken bietet im Vergleich zum Wasser den Vorteil, dass es die brennenden Körper ebenso wie die zu schützenden Räumlichkeiten leichter durchdringt, ohne dass es einzelne der Nachteile mit sich bringt, die mit der Verwendung von Wasser unvermeidlich verknüpft sind.

Dr. Hgr.

Praktisches Verfahren zur Herstellung von Holzmodellen für den Guss moderner Schiffsschraubenflügel.

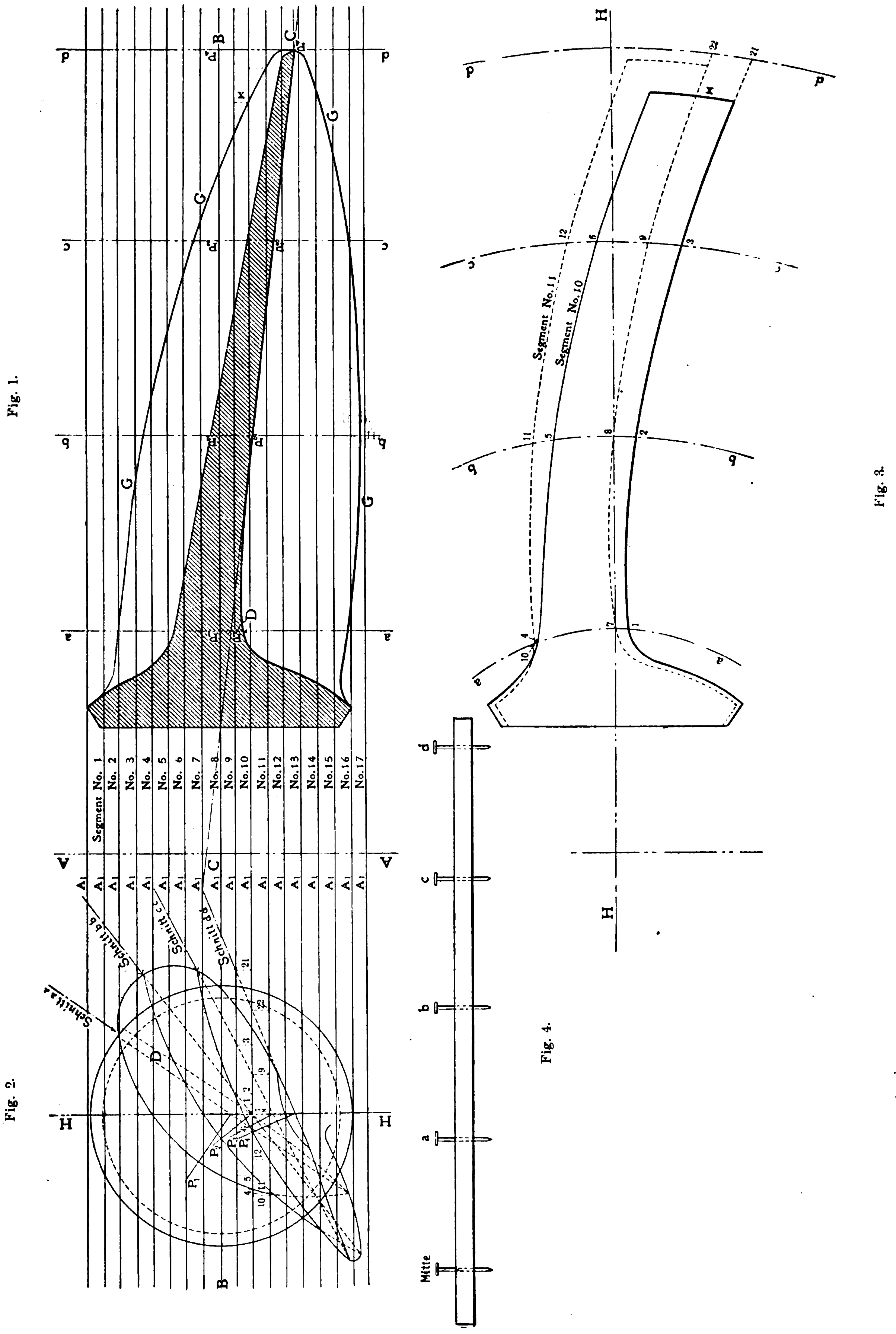
Ueber ein solches Verfahren, das an die gewöhnliche Art der Herstellung von Modellen der Schiffskörper erinnert, berichtet die Zeitschrift „*American Machinist*" an Hand der folgenden Skizzen.

Die Figuren 1 und 2 werden auf Grund der vom technischen Bureau gelieferten Schraubenzeichnung angefertigt; in ihnen bedeutet: *A A* die Mittellinie der Schraubenwelle, *B B* die Senkrechte dazu durch den Mittelpunkt der Nabe des Flügels, *C C* die Neigungslinie des Schraubenflügels nach hinten; ferner entsprechen die geneigten Lagen der Schnitte *a a*, *b b*, *c c* und *d d* dem jeweiligen Steigungswinkel des Flügels.

Denkt man sich nun den Schraubenflügel in einzelne Scheibensegmente parallel *B B* zerlegt, so kann man mit Hilfe der Fig. 1 und 2 leicht auf den Oberflächen der Segmente No. 1 bis 17 die wirklichen Schnitte durch den Schraubenflügel konstruieren, wie das in Fig. 3 für die Segmente No. 10 und 11 in folgender Weise ausgeführt ist. In dieser Figur wird zunächst die Mittellinie *H H* senkrecht zur Wellenmittellinie *A A* auf der Segmentfläche 10 festgelegt, und zwar auf der Seite der Segmentscheibe No. 10, die als Schnitt betrachtet werden soll. Dann wird das in Fig. 4 veranschaulichte Instrument hergestellt, das aus einer Latte und scharf zugespitzten Metallstiften besteht, deren Entfernungen vom ersten Stift links den Abständen der Schnitte *a a*, *b b*, *c c* und *d d* von der Wellenmitte *A A* in Fig. 1 entspricht. Mit diesem Instrument werden nun in Fig. 3 um den Schnittpunkt der Wellenmitte mit *H H* die Kreisbogen *a a*, *b b*, *c c* und *d d* geschlagen, mit einem Zirkel aus Fig. 2 die Entfernungen von *H H* bis zur Umhüllungslinie des Schnittes *a a* auf der Segmentlinie No. 10, bis 1 und 4 (Vorder- und Rückkante der Flügelschneide in dieser Schnittlinie) genommen und in Fig. 3 von *H H* aus auf dem Bogen *a a* bis 1 und 4 abgetragen. Das gleiche Verfahren wird für die Schnitte *b b* und *c c* durchgeführt, wobei die Punkte 2 und 5, sowie 3 und 6 auf den Bogen *b b* und *c c* in Fig. 3 gefunden werden. Legt man darauf durch die Punkte 1, 2, 3 sowie 4, 5, 6 Latten und zeichnet die Kurven, so sind diese die Vorder- und Rückkante des Flügels in der Schnittfläche des Segments No. 10. Schlägt man dann noch mit der Entfernung von *A A* bis zur Umhüllungslinie *G* auf der Schnittlinie No. 10 aus Fig. 1 um den Schnittpunkt der Wellenmittellinie mit *H H* in Fig. 3 einen Kreisbogen, so erhält man den Bogen *x* als oberen Abschluss des Schnittes No. 10 durch den Flügel, während der untere Abschluss mittels der in Fig. 2 gegebenen Schraubennabenkreise gefunden wird.

Das gleiche Verfahren ist in Fig. 3 für die Schnittfläche des Segments No. 2 durchgeführt. Es werden dabei entsprechend wie vorher die Punkte 7, 8, 9, sowie 10, 11, 12 konstruiert und verwendet.

Nimmt man nun vollständig ebene Holzscheiben von der Dicke der einzelnen Segmente, überträgt auf ihre Oberflächen die in Fig. 3 gefundenen Schnittflächen und leimt die Modellbretter entsprechend zusammen, so bleibt für den Modelltischler nur eine leicht zu bewältigende Arbeit, bis das Modell eines modernen Schraubenflügels fertiggestellt ist.



Es ist klar, dass dieses Verfahren für alle Segmente zur Konstruktion der einzelnen Schnitte angewendet werden kann.

Bücherschau.

Ultramarin von Dr. *Reinhold Hoffmann.* Braunschweig 1902. Friedr. Vieweg & Sohn.

Zu jenen Werken, welche nicht nur eine vollständige Zusammenstellung der Arbeiten über den behandelten Gegenstand darstellen, sondern gleichzeitig auch die Erfahrung eines hervorragenden Fachmannes auf dem betreffenden Spezialgebiete enthalten, gehört das vorliegende Buch. Dr. *Reinhold Hoffmann* war selbst 25 Jahre Leiter eines der grössten Ultramarinwerke des Deutschen Reiches. Wir können uns daher über den Entschluss des Verfassers der Anregung des Geh.-Rat Prof. Dr. *H. Bunte* in Karlsruhe Folge geleistet zu haben nur freuen, umsomehr, als hierdurch nicht nur durch eine wertvolle Monographie die Zahl der Werke chemisch-technologischen Inhalts vergrössert wurde, sondern auch ein ebenso wertvoller Beitrag „Zur Theorie der Ultramarinverbindung" vom Verfasser gegeben ist.

Das Buch enthält in drei Abschnitten: „Die Gewinnung des natürlichen und Fabrikation des künstlichen Ultramarins", „Zur Theorie der Ultramarinverbindungen" und ein Literaturverzeichnis über natürliches und künstliches Ultramarin.

Nach einer Einführung bringt der Verfasser im ersten Teil seines Buches Daten über den Lasurstein, das natürliche Ultramarin, sowie eine kurze Geschichte des künstlichen Ultramarins. Der Besprechung der Fabrikation des künstlichen Ultramarins stellt der Verfasser die Beantwortung, was jetzt unter Ultramarin und Ultramarinverbindungen zu verstehen ist, voran. Die Details über das Darstellungsverfahren, die Fabrikation, die Prüfung und das Fertigmachen des Ultramarins für Verbrauch und Handel und Fabrikseinrichtung sind den wertvollsten Beiträgen über chemische Technologie beizuzählen. Einzelnes hieraus wird nicht nur den auf dem Spezialgebiete Arbeitenden, sondern alle jene interessieren, welche mit Ultramarin zu tun haben.

„Zur Theorie der Ultramarinverbindungen" ist, wie oben erwähnt, der zweite Teil des Buches betitelt. Der Verfasser hat hier eine vollständige Zusammenstellung sämtlicher auf dem schwierigen Gebiete der Ultramarinfrage gemachten Arbeiten, von seinem Standpunkte aus geprüft, gebracht. Es würde zu weit führen, hier auf Einzelheiten der hochinteressanten Frage einzugehen, die ja, wie bekannt, heute noch keine befriedigende Lösung erfahren hat. Wie bei allen Fragen ähnlicher Art, bei welchen die Darstellung verbürgt reiner Verbindungen bisher nicht gelungen ist, ist auch hier die Aufstellung von Konstitutionsformeln von fraglichem Werte, da die experimentellen Beweise nur zum Teil gelingen. Der Verfasser verwirft daher für jetzt die Idee Konstitutionsformeln der Ultramarinverbindungen aufzustellen und ändert den längst gebrachten Ausspruch *C. G. Gmelins* nur dahin ab, dass er sagt: „*In welcher Verbindungsweise der Schwefel in den zahlreichen bis jetzt bekannt gewordenen Ultramarinverbindungen enthalten ist, lässt sich nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen nicht mit völliger Sicherheit entscheiden.*"

Die Verlagsbuchhandlung kann des Dankes des sich interessierenden Leserkreises sicher sein, da sie die vorliegende Monographie, welche für das encyklopädische Handbuch der technischen Chemie *(Muspratts)* bestimmt war, in Buchform zur Ausgabe brachte und dieselbe vorzüglich ausstattete. *Ulrich.*

Die Schienenschweissung nach praktischen Ausführungen. Von Oberingenieur *K. Bayer* in Essen. Mit 23 Abbildungen im Texte. Wiesbaden 1902. J. F. Bergmann.

Diese 46 Quartseiten umfassende Schrift, ein Sonderabdruck aus der „Zeitschrift für Lokal- und Strassenbahnwesen", gehört unseres Erachtens mit zu dem besten, was über diesen zeitgemässen Gegenstand bisher veröffentlicht worden ist. Das Problem der Schienenschweissung wird hier sowohl vom theoretischen als praktischen Standpunkte einer höchst gewissenhaften Prüfung unterzogen, welcher man sich nach Form und Durchführung im grossen ganzen rückhaltlos anschliessen darf, und die mit ihren Ergebnissen eine Reihe wertvoller und zugleich äusserst interessanter Aufschlüsse über die Frage der Schienenschweissung an sich, sowie über deren Abhängigkeitsverhältnis gegenüber gewisser physischer und chemischer Eigenschaften der Schienen erteilt. Eben dieser wertvollste Teil der Arbeit, welcher den Einfluss des Schienenprofils, die Höhe der Spannung, welche durch Verkehrslasten oder durch Temperaturen auftreten und die Rückwirkungen der chemischen Zusammensetzung des Schienenmaterials behandelt, ist ganz allgemein gehalten und bildet für sämtliche Schweissungsmethoden eine gleichwertig massgebende Grundlage. Der praktische Teil ist hingegen vorwiegend dem *Goldschmied*schen sogenannten aluminothermischen Verfahren gewidmet, aber die Ziffern der statistischen Nachweise über die bisher beobachteten Erfolge sind geschickt als Belege für die vorausgegangenen theoretischen Betrachtungen oder auch als Unterlage zur Ableitung weiterer Formeln und für Kostenberechnungen ausgenützt.

Es darf wahrhaftig bedauert werden, dass der Verfasser bloss Schienenprofile von Strassenbahnen und nicht auch solche von Vollbahnen seinen scharfsinnigen Betrachtungen unterworfen hat, ein Versuch, der schon im Hinblick auf die in Sicht rückenden *Schnellbahnen* seine Bedeutung besässe. Auf diesen Bahnen würde gerade die Dilatationsfrage von besonderer Wichtigkeit sein, also auch die Frage der inneren Selbststauchung des Schienenstranges, die um so nennenswerter wird, je höher sich der Reibungswiderstand beziffert und je allgemeiner und gleichmässiger sich derselbe auf den Fuss und die Seitenwände der Schienen verteilt. Letzterer Umstand allein weist schon auf eine ganz andere Schienenbefestigung hin, als solche bisher in Anwendung stehen, und im Wege einer ähnlichen eingehenden Ueberprüfung, wie sie in vorliegender Schrift die Strassenbahn-Schienenprofile erfuhren, müssten sich ebensowohl über jene Anordnung des Oberbaues wertvolle Anhalte gewinnen lassen, die es für die Zukunft ermöglichen könnte, den Vorteil des geschweissten Schienenstosses auch auf Vollbahnen mit Schnellverkehr auszunützen.

Inzwischen beglückwünschen wir den Verfasser zur obigen, im gewissen Sinne und Masse bahnbrechenden Arbeit aufs beste, während wir das Schriftchen allen, die sich mit Eisenbahnoberbau abgeben, natürlich lebhaft empfehlen. *L. K.*

Der Blitzschutz. Praktische Anleitung zur Projektierung, Herstellung und Prüfung von Gebäudeblitzableitern jeder Art auf Grund der neueren Anschauungen über das Wesen der Blitzentladungen von *Max Lindner*, Elektrotechniker in Leipzig. Mit 142 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig, 1901. Oskar Leiner.

Die Frage des Schutzes der Gebäude gegen die Einwirkung von Blitzschlägen ist sicherlich von nationalökonomischer Bedeutung, indem wie dies die Statistiken lehren, die durch selbe hervorgerufenen materiellen Schäden ganz bedeutende sind und leider eine von Jahr zu Jahr stetige Steigerung erkennen lassen. Die Anlage von geeigneten Blitzableitern ist allerdings imstande, die schadenbringende Wirkung des Blitzes herabzudrücken, allein dieselbe scheitert vielfach an dem Widerstande der Gebäudeeigentümer, welche die grossen Anlagekosten scheuen und anderenteils noch an der durchaus irrigen Anschauung festhalten, dass ein schlechter Blitzableiter mehr Gefahr bringt, als wenn das Gebäude jeglichen Blitzschutzes entbehrt. Wenn nun auch Baurat *Findeisen* in Stuttgart das Irrige dieser Anschauung nachwies und mit seiner Ansicht durchdrang, dass sich ein wirksamer Schutz der Gebäude auch mit geringen Mitteln erreichen lässt, so ist es bisher doch nicht gelungen, die eigentlichen Interessenten, die Hausbesitzer, zur allgemeinen Anlage solcher Blitzschutzeinrichtungen zu bewegen. Viel trägt hierzu bei, dass auch seitens der massgebenden technischen Faktoren noch keine Einigkeit über die wirksamste Art und Weise der Anlage von Blitzableitern erzielt werden konnte. Abzuwarten, bis dieses Ziel erreicht wird, hiesse unnütz viel Zeit vergeuden und ist daher jede Publikation, welche die Gefahren des Blitzes und die Mittel zur Abwehr derselben dem grossen Publikum vermittelt, mit Freuden zu begrüssen. Der Verfasser hat es nun verstanden, auf Grundlage der neueren Anschauungen über das Wesen des Blitzes, die wichtigsten Momente für die Anlage der Blitzableiter zu erfassen und dieselben in klarer übersichtlicher und leichtverständlicher Weise vorzuführen, hierbei das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen, und somit ein Werk zu schaffen, welches für den Praktiker bestimmt, denselben mit allen Grundlagen für die Projektierung, Herstellung und Prüfung von Gebäudeblitzableitern vertraut macht. Es hat selbiges demnach einen eminent praktischen Wert und ist demselben, trotzdem nicht alles als ganz einwandfrei bezeichnet werden kann, nur die weiteste Verbreitung zu wünschen. *A. P.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 22. Berlin, 30. Mai 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Neuerungen an den verschiedenen Systemen der drahtlosen Telegraphie.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**, Wien.

(Fortsetzung von S. 329 d. Bd.)

Die Einrichtungen von Anders Bull zur Abstimmung zweier funkentelegraphischer Stationen.

Die Erkenntnis, dass sich nach der damaligen Entwicklung der drahtlosen Telegraphie eine durchaus verlässliche gegenseitige Abstimmung zweier Funkentelegraphenstationen auf rein elektrischem Wege nur schwer erreichen lässt, führten *Anders Bull* aus Christiania auf die Idee, die Lösung dieser Frage auf rein mechanischem Wege zu versuchen. Er gelangte hierbei zu einem äusserst originellen und sinnreichen Verfahren der Abstimmung und scheinen die von ihm angewendeten Einrichtungen geeignet, das angestrebte Ziel tatsächlich zu erreichen.

Der Grundgedanke, von welchem bei dieser Neuerung ausgegangen wird, beruht auf folgender Erwägung: Wird die für die eigentliche Wellenentsendung bestimmte Vorrichtung veranlasst, statt einzelner Wellenimpulse, eine genau festgesetzte Anzahl von solchen Impulsen in gleichfalls genau festgesetzten Zwischenzeiten zu entsenden, so kann den Signalen jedes Senders eine genau bestimmte charakteristische Form gegeben werden. Wird daher der Empfänger so eingerichtet, dass er nur auf eine im voraus bestimmte Form der Signale anspricht, so wird er die von anderen Sendestationen entsendeten Signale verschiedener Form nicht aufnehmen können. Es ist also die Frage der Abstimmung gelöst.

Wird als Anzahl der Impulse 5 gewählt und werden die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Impulsen verschiedenartig festgesetzt und mit a, b, c und d bezeichnet, so ergibt sich sofort, dass durch eine entsprechende Wahl von a, b, c und d die verschiedenartigsten Signalformen geschaffen werden können. Die Zahl dieser Formen lässt sich noch weiter dadurch vergrössern, dass die Zahl der Impulse innerhalb gewisser Grenzen vergrössert oder verringert wird.

Soll in dem gewählten Falle von der Station A ein Punkt des *Morse*alphabets nach der Station B telegraphiert werden, so gelangen hierfür 5 Wellenimpulse zur Entsendung, die sich in den Zwischenzeiten a, b, c und d folgen. Da für diese 5 Intervalle mechanisch abgestimmte Empfänger, sammelt diese 5 Impulse und legt sie als einen Punkt auf dem *Morse*streifen nieder. Soll hingegen ein Strich übertragen werden, so gelangen 2—3 Reihen solcher Wellenimpulse in unmittelbarer Folge zur Entsendung, die im Empfänger als ebenso viele nebeneinander liegende Punkte erscheinen und sich leicht als Strich aussprechen lassen. Die auf diese Weise entsendeten Wellenimpulse können aber von anderen Stationen, welche nicht auf die gleichen Zwischenräume abgestimmt sind, nicht aufgenommen werden. Soll daher mit einer anderen Station in Verbindung getreten werden, so gelangen zwar gleichfalls 5 Wellenimpulse für einen Punkt, aber in anderen Zwischenzeiten, a^1, b^1, c^1 und d^1, zur Entsendung, was sich, wie später gezeigt werden wird, durch entsprechende Einstellung von Kontakten leicht durchführen lässt.

Die Umwandlung der mittels einfachem *Morse*taster gegebenen *Morse*zeichen in Serien von Wellenimpulsen und die Aufnahme und Umwandlung dieser Impulse in Zeichen erfolgt selbsttätig durch zwei Vorrichtungen, die als Verteiler und Sammler bezeichnet werden.

Durch Niederdrücken des *Morse*tasters 1 (Fig. 51—52, schematische Darstellung des Verteilers) wird der Stromkreis der Batterie 2 geschlossen, der Strom durchfliesst den Elektromagneten 3, welcher hierdurch erregt, den Anker anzieht. Der Anker ist mit einem Haken 4 versehen, der die Hemmung für den Ansatz 5 der Scheibe 6 bildet. Die Scheibe 6 ist nun lose auf die Achse 7 so aufgesetzt, dass sich beide zusammen drehen, sobald die Scheibe nicht gehemmt ist, die Drehung der Achse 7 aber durch die Hemmung der Scheibe 6 nicht behindert wird. Die Achse 7 wird durch einen äusseren Antrieb in Umdrehung gebracht und ist die Zahl ihrer Umdrehungen annähernd 5 in der Sekunde. Zieht der Elektromagnet 3 den Anker an, und gibt hierdurch der Haken 4 die Scheibe 6 frei, so dreht sich diese Scheibe mit der Achse 7. Bei jeder Umdrehung der Scheibe 6 geht die Hemmung 5 zwischen den beiden Federkontakten 8 hindurch und verbindet sie für eine sehr kurze Zeit leitend, wodurch der am Verteilerrahmen 14 befestigte Elektromagnet 10 für ebenso kurze Dauer erregt wird. Soll ein Punkt entsendet werden, so wird der Taster 1 nur für sehr kurze Zeit niedergedrückt, und legt sich daher der Haken 4 schon nach einer Umdrehung vor die Hemmung 5 der Scheibe 6, und die Scheibe gelangt zum Stillstande. Der Elektromagnet 10 wird in diesem Falle nur einmal erregt. Zur Erzielung eines Striches bleibt der Taster 1 etwas längere Zeit niedergedrückt, und vollführt daher die Scheibe 6, wegen der länger währenden Erregung des Elektromagneten, mehrere Umdrehungen, und ebenso oft wird der Elektromagnet 10 erregt. Die Kontaktschlüsse erfolgen hierbei nach je $^1/_5$ Sekunde.

Der Verteiler selbst besteht aus einer um eine Achse drehbaren Scheibe 11, an derem Umfang eine grosse Anzahl von Stahlfedern 12 befestigt ist. Die oberen Enden dieser Federn sind frei und greifen in strahlenförmig verlaufende Einschnitte einer zweiten Scheibe 13 ein, so dass sich die Enden dieser Federn nur in der Richtung zur Achse frei zu bewegen vermögen. Beide Scheiben sitzen auf einer gemeinsamen Achse und drehen sich innerhalb des Rahmens 14, auf dem der Ring 15 befestigt ist. Dieser Ring dient als Führung für die oberen Enden der Federn und zwar in der Weise, dass sich die Federn entweder innerhalb des Ringes oder innerhalb einer von dem Ringe gebildeten ∩förmigen Rinne 16 bewegen. Ein dem Winkel α entsprechendes Stück dieses Ringes ist ausgeschnitten und durch Bronzestück 17 ersetzt. Der Elektromagnet 18 wird durch die Batterie 9 ununterbrochen erregt und zieht die Stahlfedern an. Ist die Elastizität der Federn durch den Magnet überwunden und befindet sich der Finger 19 in seiner normalen Lage, so gleiten die Federn längs des Poles des Elektromagneten 18 und werden von

demselben nicht früher losgelassen, bis sie die Schneide 20 verlassen haben. In ihrer weiteren Drehung werden sie sich innerhalb des Ringes 15 bewegen. Ist dagegen der Elektromagnet 10 erregt, so legt sich der an dem Anker dieses Magneten befestigte Finger 19 über den Pol des Magneten 18, so dass er etwas über denselben hervorsteht. Die Federn werden in diesem Falle durch den Finger 19 von dem Pole des Magneten 18 weggetrieben und nehmen infolge ihrer Elastizität die senkrechte Lage ein und gelangen hierdurch in die ∩förmige Rinne des Ringes 15, innerhalb welchem sie während einer vollen Umdrehung verbleiben.

Rund um den Umfang des Verteilers ist eine Anzahl Kontaktvorrichtungen 22 befestigt, welche aus je zwei von einander isolierten Kontaktfedern 23 bestehen. Diese Kontakte sind an dem Rahmen mittels Presschrauben befestigt und lassen sich an demselben in jedem beliebigen Winkelabstand anbringen. Die Anordnung dieser Kontaktfedern ist nun eine solche, dass die innerhalb der Rinne des Ringes 15 laufenden Stahlfedern, weil sie nach aussen hervorstehen, diese Kontakte für einen Augenblick zum Schlusse bringen,

Fig. 51.

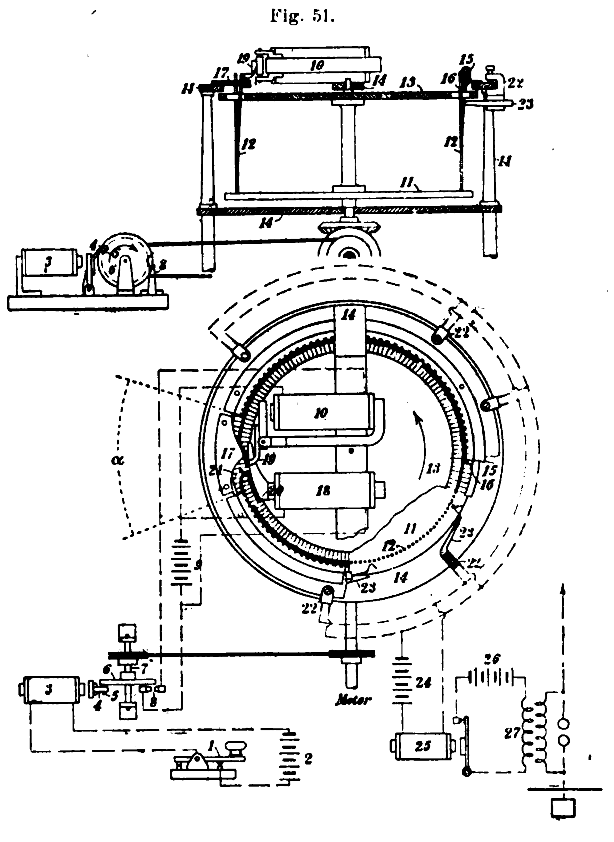


Fig. 52.

während die innerhalb des Ringes laufenden Federn an diesen Kontakten, ohne sie zu berühren, vorbeilaufen. Befindet sich demnach der Verteiler in drehender Bewegung und ist der Elektromagnet 10 nicht erregt, so werden alle Federn innerhalb des Ringes gleiten. Wird jedoch der Magnet 10 durch einen kurzen Stromimpuls erregt, so gelangt eine der Stahlfedern in der bereits beschriebenen Weise in die Rinne 16 und schliesst bei ihrer Weiterbewegung jeden der Kontakte 22 der Reihenfolge nach auf kurze Zeit. Diese Kontakte sind nun, wie dies die Verbindungslinien zeigen, mit der von der Batterie 24 ausgehenden Leitung, in deren Stromkreis noch der Elektromagnet 25 eingeschaltet ist, in Parallelschaltung verbunden. Bei jedem, durch die Verbindung der Federn dieser Kontakte 22 hervorgerufenen Stromschlusse der Batterie 24 wird der Anker des Elektromagneten 25 angezogen, und hierdurch ein augenblicklicher Schluss der Batterie 26 bewirkt, durch welchen der Induktor 27 in Tätigkeit gelangt. Bei dem sofort folgenden Oeffnen dieses Stromkreises findet eine Entladung zwischen den Funkenkugeln der Sekundären des Induktoriums 27 statt und werden infolgedessen durch den Luftdraht Wellenimpulse in den Raum ausgestrahlt. Es vertritt in diesem Falle der Anker des Elektromagneten 25 den sonst gebräuchlichen selbsttätigen Stromunterbrecher des Induktoriums.

Infolge dieser Einrichtung wird für jeden Stromimpuls, welcher den Verteiler-Elektromagneten 10 erregt, eine der Anzahl der Kontakte 22 entsprechende Anzahl von Wellenimpulsen in den Raum entsendet. Da sich die Verteilerscheibe mit nahezu stets gleichbleibender Geschwindigkeit dreht, werden die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Impulsen einer solchen Serie proportional den Winkelabständen der Kontakte 22 sein. Dadurch, dass man diese Kontakte in den verschiedensten Abständen an dem Rahmen des Verteilers befestigen kann, lässt sich auch die Form der entsendeten Serien nach Belieben abändern.

In der Empfangsstation (Fig. 53) treffen die Wellen den Luftdraht 23, wodurch der Widerstand des Fritters 29 soweit herabgemindert wird, dass der Strom der Batterie des Fritterstromkreises durch denselben hindurchgehen und das Relais 30 zum Ansprechen bringen kann. Dieses Relais schliesst den Stromkreis für den Klopfer 31, durch welchen der ursprüngliche Widerstand des Fritters 29 sofort wieder hergestellt wird. Zu gleicher Zeit wird aber auch der Sammelelektromagnet 32, welcher zu dem Klopfer 31 in Nebenschluss geschaltet ist, erregt. Der Sammler ist nun genau in derselben Weise ausgebildet wie der Verteiler, und wird daher für jeden einlangenden Wellenimpuls eine der Stahlfedern in die Rinne des Ringes 33 gebracht werden. Die Scheibe, auf welcher die Federn des Sammlers befestigt sind, dreht sich nun in

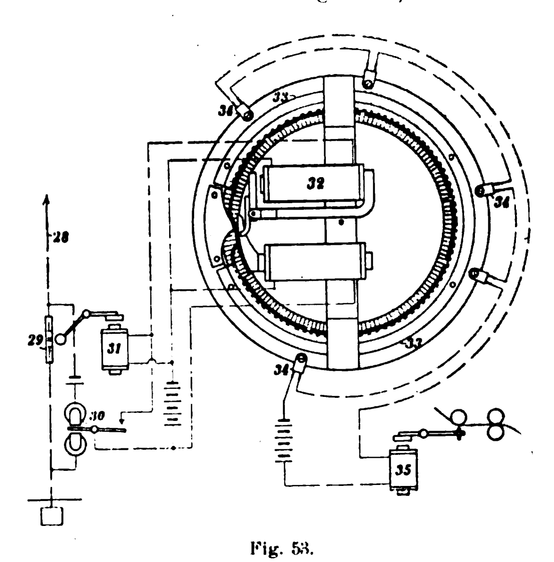


Fig. 53.

nahezu synchroner Geschwindigkeit mit der gleichen Scheibe des Verteilers der Sendestation. Es wird daher der Winkelabstand der in die Rinne eingebrachten Federn proportional den zeitlichen Zwischenräumen zwischen den einzelnen einlangenden Wellenimpulsen sein. Diese zeitlichen Zwischenräume werden aber wieder genau durch den Verteiler bestimmt. Auf dem Rahmen des Sammlers werden nun ebenso viele Kontakte (34) wie auf dem Rahmen des Verteilers, und zwar genau in den gleichen, aber umgekehrt angeordneten Winkelabständen, befestigt. Diese Kontakte sind aber nicht mehr parallel, sondern in Serie geschaltet, wodurch ein Strom die Elektromagnete des Morseapparates nur dann durchfliessen kann, wenn alle diese Kontakte gleichzeitig geschlossen werden. Es wird in diesem Falle ein Punkt entstehen. Eine ununterbrochene Reihe solcher zu einem Punkt vereinter Serien ergibt eine Reihe von solchen Punkten, die als Strich erscheinen. Serien von einer anderen Form als jene, für welche der Sammler eingerichtet ist, können von dem Morseapparat nicht aufgenommen werden, weil ein gleichzeitiger Kontaktschluss in diesem Falle an allen vorgesehenen Kontaktpunkten nicht stattfindet.

Fig. 54 zeigt die Einrichtungen, wie solche während der Versuche gebraucht wurden. Der Verteiler und Sammler sind hier in einem einzigen Apparate *A* vereinigt, dessen eine Hälfte für das Senden, die andere Hälfte für das Empfangen von Nachrichten benutzt wurde. Der Apparat wird von einem kleinen Elektromotor *B* angetrieben, dessen Geschwindigkeit durch einen Bremsregulator *C*, von *Siemens*

& Halske, geregelt wird. Die die Federn tragende Scheibe macht annähernd eine Umdrehung in der Sekunde. Die Anzahl der Stahlfedern an dieser Scheibe betrug 400. *D* ist die in Fig. 51 und 52, mit 3—8 bezeichnete, selbsttätig wirkende Einrichtung, welche von dem Motor *B* mittels Riemenübertragung angetrieben wird. *E* ist ein Relais,

Die Zeichen langten sehr sicher und deutlich in der Empfangsstelle an und erschien die Schrift nur auf dem Streifen jenes *Morse*schreibers, für welchen sie bestimmt war.

Die Vermutung, dass die Geschwindigkeit der Uebertragung eine sehr begrenzte sei, hat sich nicht bestätigt. Es ist allerdings richtig, dass der für die Uebermittlung

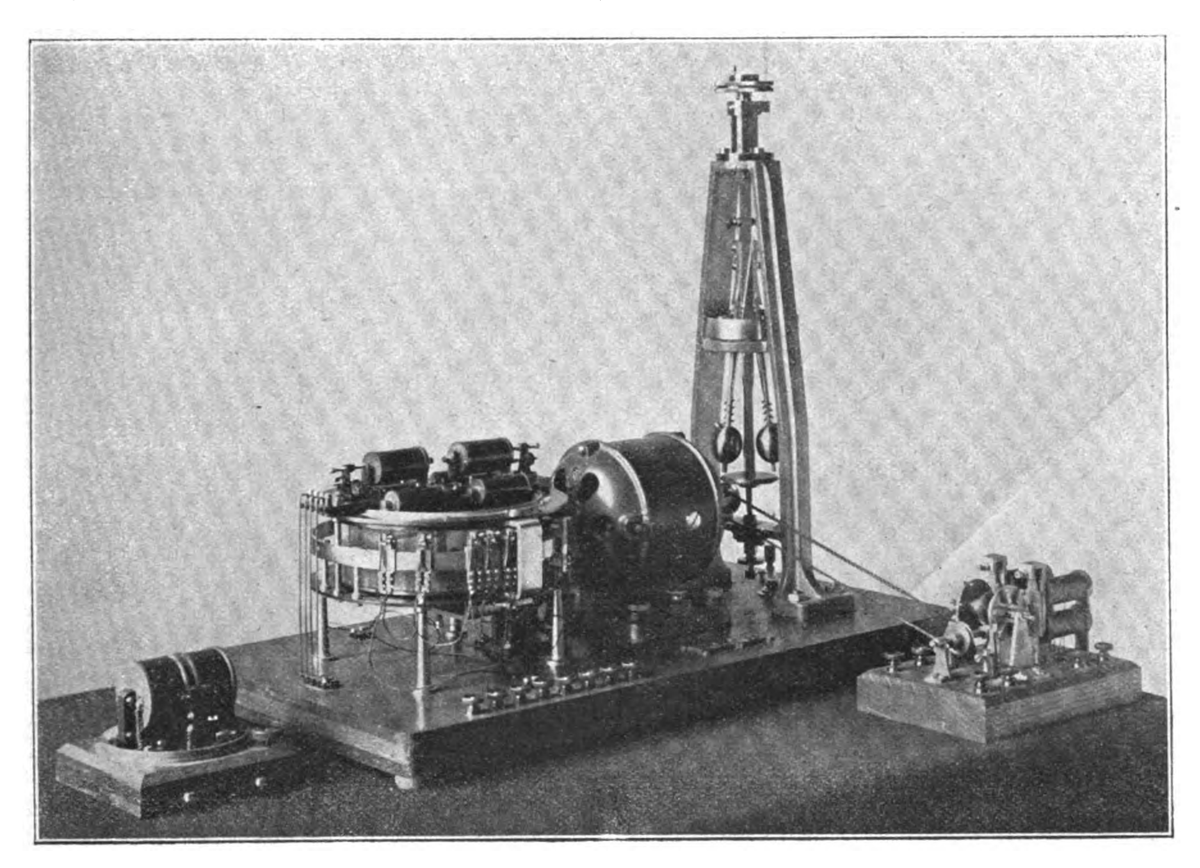


Fig. 54.

welches eigens für schnelles Arbeiten entworfen wurde. Der Anker ist zu diesem Zwecke ausserordentlich leicht gemacht und sind die Elektromagnetkerne aus Eisenblättern hergestellt.

Für die Versuche konnte nur eine Sende- und eine Empfangsstation eingerichtet werden, doch wurde der Verteiler und Empfänger mit drei Sätzen von Kontakten ausgerüstet, welche beim Verteiler nach Bedarf durch einen Wechsel mit dem Unterbrechungsmagneten 25 (Fig. 52) in Verbindung gebracht werden konnten, so dass es möglich war, mit nur einem Taster drei verschiedene Formen von Serien zu entsenden. Beim Empfänger wurde jeder dieser Kontaktsätze mit einem gesonderten *Morse*schreiber in Verbindung gebracht.

Fig. 55 zeigt die Einrichtung der für diese Versuche im Gebrauch gewesenen vollständigen Empfangsstation.

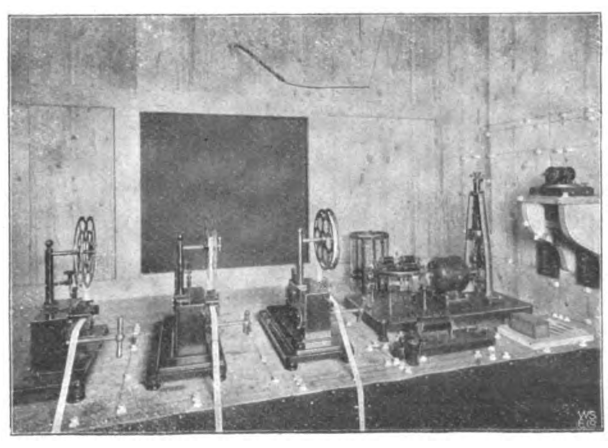
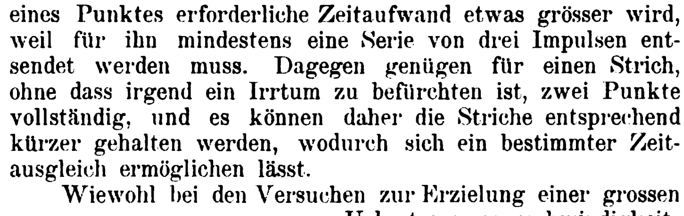


Fig. 55.

Die bei diesen Versuchen in Anwendung gewesene Anzahl der Impulse in jeder Serie war nur drei. Fig. 56 zeigt ein Diagramm der drei bei diesen Versuchen zur Anwendung gelangten Serienformen. In dieser Zeichnung wird die Zeit durch die Länge der wagerechten Linie bestimmt und sind die Impulse durch starke senkrechte Querstriche dargestellt. Die Entfernung der schwachen, nach abwärts gerichteten Querstriche stellt die Zeit von 0,05 Sekunden dar.

Unter Anwendung dieser 3 Serienformen konnten nach Belieben Nachrichten für einen der drei aufgestellten *Morse*apparate entsendet werden.



eines Punktes erforderliche Zeitaufwand etwas grösser wird, weil für ihn mindestens eine Serie von drei Impulsen entsendet werden muss. Dagegen genügen für einen Strich, ohne dass irgend ein Irrtum zu befürchten ist, zwei Punkte vollständig, und es können daher die Striche entsprechend kürzer gehalten werden, wodurch sich ein bestimmter Zeitausgleich ermöglichen lässt.

Wiewohl bei den Versuchen zur Erzielung einer grossen Uebertragungsgeschwindigkeit keine besonderen Vorkehrungen getroffen wurden, so konnten doch 50 Buchstaben in der Minute mit Leichtigkeit telegraphiert werden, und unterliegt es sicher keiner Schwierigkeit, diese Leistung noch bedeutend zu vergrössern. Der Hauptvorteil dieser Art der Abstimmung liegt wohl darin, dass eine vollkommene Geheimhaltung der Depeschen möglich ist, was bei der rein elektrischen Abstimmung zur Zeit wenigstens noch nicht erreicht wurde.

Im vorliegenden Falle könnten Nachrichten allerdings von einer nicht abgestimmten Station aufgenommen werden, weil ja jedem Wellenimpulse ein Punkt auf dem *Morse*streifen entsprechen würde und sich eine so aufgenommene Nachricht leicht entziffern liesse, allein schon hier wird die Aufnahme mittels Telephon zu einer sehr schwierigen und würde eine sehr grosse Uebung des betreffenden Telegraphisten zur Voraussetzung haben.

Um auch auf diesem Wege die Aufnahme von Depeschen durch unberufene Stellen unmöglich zu machen, schlägt

Anders Bull zwei Wege ein. Der eine besteht darin, die zwischen den einzelnen Impulsen liegenden Zeiten in den einzelnen Serien etwas länger zu machen, als die Zeiten zwischen den einzelnen Serien, welche für die Entsendung eines Striches in ununterbrochener Reihenfolge gegeben werden. Eine dementsprechende Anordnung zeigt S_3 (Fig. 56). Es werden sich hier beim Telegraphieren die einzelnen Serien in einer Weise übergreifen, welche die mit einem gewöhnlichen Empfangsapparat aufgenommenen Zeichen in keiner Weise entziffern lassen. Ein solcher Apparat zeichnet jeden Impuls in der Reihenfolge des Einlangens auf.

Die in Fig. 57 dargestellte Aufnahme einer Nachricht durch einen abgestimmten Apparat und die gleichzeitige Aufnahme derselben Nachricht durch einen *Morse*apparat, welcher mit dem Fritter in der gewöhnlichen Weise verbunden war, erweisen dies am besten. Die letztere Aufnahme (Fig. 57) lässt sich, wenn man den Inhalt der aufzunehmenden Nachricht nicht kennt, tatsächlich nicht entziffern. Wenn sich dies schon bei Serien mit blos drei Impulsen zeigt, so muss es bei Serien mit mehr Impulsen noch viel auffälliger hervortreten. Der andere Weg zur wendigkeit ist. Es kann z. B. die Verteilerscheibe N Umdrehungen und die Sammlerscheibe n Umdrehungen in der Sekunde machen, wenn der Winkelabstand der Kontakte des Verteilers im Verhältnis N/n grösser ist. Auch der Isochronismus ist nicht durchaus notwendig und können Geschwindigkeitsänderungen von + 2 v. H. vorkommen, ohne dass die Aufnahme der einlangenden Nachrichten hierdurch in irgend einer Weise behindert wird. Es ist somit, da sich durch Anwendung der bekannten Hilfsmittel ein solcher Grad des Isochronismus leicht aufrecht erhalten lässt, das vorgebrachte Bedenken hinfällig. Gegenüber anderen Vorrichtungen, welche wie die Apparate von *Hughes*, *Baudot* u. a. isochrones Arbeiten erfordern, ergibt sich noch der grosse Vorteil, dass eine Korrektur der Geschwindigkeit nicht stattzufinden hat, wodurch es möglich wird, mit verschiedenen Stationen mit stets gleichbleibender Leichtigkeit verkehren zu können.

Auch die Uebertragungsgeschwindigkeit lässt sich beträchtlich erhöhen, wenn man die Scheibe 6 zu rascherem Drehen bringt. In diesem Falle ist es nur notwendig, alle Relais und sohin auch den Unterbrecher für das Induktorium

Fig. 56.

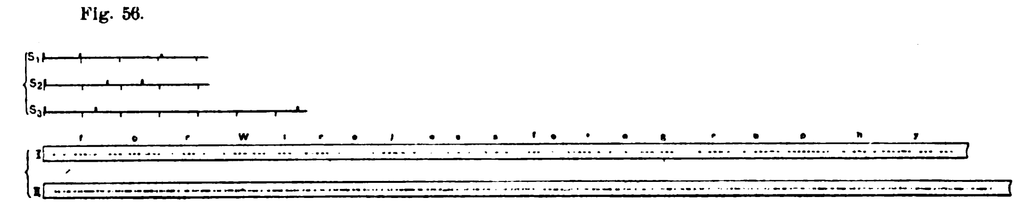


Fig. 57.

Verhinderung des Aufnehmens von Nachrichten seitens nicht abgestimmter Stationen besteht darin, nur kurze Serien, wie solche in Fig. 56 S_1 und S_2 dargestellt sind, anzuwenden, aber in den Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Strichen und Punkten gleichfalls Serien zu entsenden, welche den abgestimmten Empfänger nicht zum Ansprechen bringen können, aber doch in der Form genau Serien ähnlich sind, auf welche der Empfänger anspricht. Es lässt sich dies durch eine sehr einfache selbsttätige Einrichtung erreichen. In diesem Falle wird der Empfänger einer gewöhnlichen Station für drahtlose Telegraphie eine ununterbrochene Reihe von Punkten aufnehmen, deren Entzifferung unmöglich ist, weil sich die beiden Serienformen nicht voneinander trennen lassen.

Gegenüber einer erhobenen Einwendung, nach welcher die Verteilerscheibe des Senders mit der Sammlerscheibe des Empfängers nicht nur isochron, sondern auch synchron laufen muss, um ein richtiges Arbeiten zu ermöglichen, wird seitens des Erfinders in mathematisch begründeter Weise nachgewiesen, dass der Synchronismus keine unbedingte Notso leicht beweglich zu gestalten, dass sie allen auf sie einwirkenden Anregungen sofort zu folgen vermögen.

Die Versuchsergebnisse waren, wie bezeugt wird, durchaus günstige. Allerdings beschränkte sich die Entfernung, über welche sie durchgeführt wurden, nur auf 300 m, was darin seinen Grund fand, dass kein hinreichend kräftiges Induktorium zur Verfügung gestanden hat. Da aber die Uebertragung von Luftdraht zu Luftdraht genau in derselben Weise erfolgt, wie bei nicht abgestimmten funkentelegraphischen Stationen, so ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, dass sich die Uebertragung auf grössere Entfernungen nicht mit derselben Leichtigkeit wie bei diesen vollziehen wird.

Es ist hiermit eine vollständig neue Art und Weise der gegenseitigen Abstimmung zweier funkentelegraphischer Stationen gegeben, gegen welche nur das einzige Bedenken auftaucht, dass die verwendeten Apparate in einigen ihrer Bestandteile sehr zart gehalten werden müssen, und eine vollständige, genaue Ausführung dieser Apparate Grundbedingung ist. (Fortsetzung folgt.)

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur in Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 324 d. Bd.)

C. Fördermittel für den Transport in wagerechter oder schwach geneigter Richtung.

Für wagerechte Förderung werden, soweit es sich um Einzeltransport in kleineren Mengen handelt, schmalspurige Bahnen benutzt, auf denen Wagen von selten mehr als 500 bis 600 kg Inhalt verkehren. Zum Betriebe dient Menschenkraft, elektrische oder Dampflokomotiven, Seil oder Kette. In manchen Fällen kann man auch das Gewicht der Ladung als Triebkraft ausnutzen. Das Geleise wird auf ebener Erde oder, wenn der Boden frei bleiben soll, erhöht verlegt. Im letzteren Falle empfiehlt es sich indessen häufig, statt eines zweischienigen Geleises eine einfache Schiene anzuwenden, an welcher der Wagen senkrecht nach unten hängt. (Schwebebahnen.) Massive eiserne Schienen kommen aber hierfür nur dann in Betracht, wenn in geringen Entfernungen Stützpunkte angebracht werden können, bei grösseren Spannweiten ist man auf Drahtseil als Tragorgan angewiesen. Bei der Wahl des einen oder anderen Systems spielen die Geländeverhältnisse eine wichtige Rolle.

Ueber einzelne der genannten Transportmittel, insbesondere über Gleisbahnen mit Antrieb durch Seil und Kette, ist schon ausführliche Litteratur vorhanden. Wenn hier trotzdem auch auf diese Förderungsarten kurz eingegangen wird, so geschieht es aus dem Grunde, weil jene Werke ziemlich umfangreich sind und daher für den, der sich schnell über das Wesen und die Anwendbarkeit der verschiedenen Systeme einen Ueberblick verschaffen will, unzweckmässig erscheinen. Für genaueres Studium werden an den betreffenden Stellen die Litteraturnachweise gegeben.

Die üblichen Bezeichnungen für die verschiedenen Bahn-



systeme sind sehr wenig bezeichnend. So pflegt man für Schwebebahnen mit Seil als Tragorgan den Namen „Drahtseilbahnen“ zu gebrauchen, ein Ausdruck, der ebensogut auf zweischienige Bahnen mit Seilantrieb passt. Im letzteren Falle spricht man indessen gewöhnlich von „Seilförderung“. Hier sollen die Bezeichnungen „Gleisseilbahnen“ und „Luftseilbahnen“ durchgeführt werden. Für Schwebebahnen mit fester Schiene mag der übliche Name „Hängebahnen“ bleiben, einerlei, ob der Antrieb mechanisch — mit Seil — oder durch Menschenkraft erfolgt.

Allgemeines über Gleisbahnen.

Bahnen mit zweischienigem Gleise finden vorzugsweise Anwendung in Gruben für die Förderung unter und über Tage, ferner für die Versorgung von Kesselhäusern, Gaswerken oder Hochöfen und als Hochbahnen zur Beschüttung von Lagerplätzen. Die Spurweite beträgt in der Regel 500 bis 600 mm.

Der Transportwagen muss haltbar, leicht zu bewegen und bequem zu entleeren sein. Sehr häufig werden, namentlich für Kohlentransport, eiserne Muldenkipper verwandt, deren Ausführung nach *Arthur Koppel*, Düsseldorf, Fig. 240 wiedergiebt. Der Wagen ist in allen Teilen kräftig gebaut. Die Räder, deren Achsen in Rollenlagern laufen, bestehen aus Stahlguss, der Rahmen ist aus ⊏ Eisen so gebogen, dass er gegen Zusammenstösse möglichst grosse Widerstandsfähigkeit bietet. Er trägt zwei zu Wiegebahnen ausgebildete Böcke, auf denen sich an der Mulde befestigte Eisen abrollen. Die Mulde ist aus Stahlblech genietet und am oberen Rande von einer runden Handleiste eingefasst, die bequemes Anfassen gestattet und das ganze Gefäss versteift. Wichtig ist die Feststellvorrichtung, die unbeabsichtigtes Kippen der Mulde zu verhüten hat. Sie besteht bei der Konstruktion von *Arthur Koppel*[1]) aus zwei einander diagonal gegenüberliegenden drehbaren Handgriffen nach Fig. 241. Wird der Griff losgelassen, so fällt er von selbst in die punktierte Stellung, und die zum Drehpunkt exzentrische Fläche *a* legt sich gegen den Bund des Walzeisens und verhindert es, sich nach oben zu drehen. Wird auf einer Seite der Handgriff in die gezeichnete Stellung gehoben, so löst sich die Zunge und die Mulde kann nach der anderen Seite kippen, aber nie dahin, wo der Arbeiter steht. Beim Zurückkommen stellt sich die Mulde von selbst wieder in der richtigen Lage fest, indem sie die Zunge zurückschlägt. Die Nase *b* verhindert ein Ueberschlagen des Handgriffes.

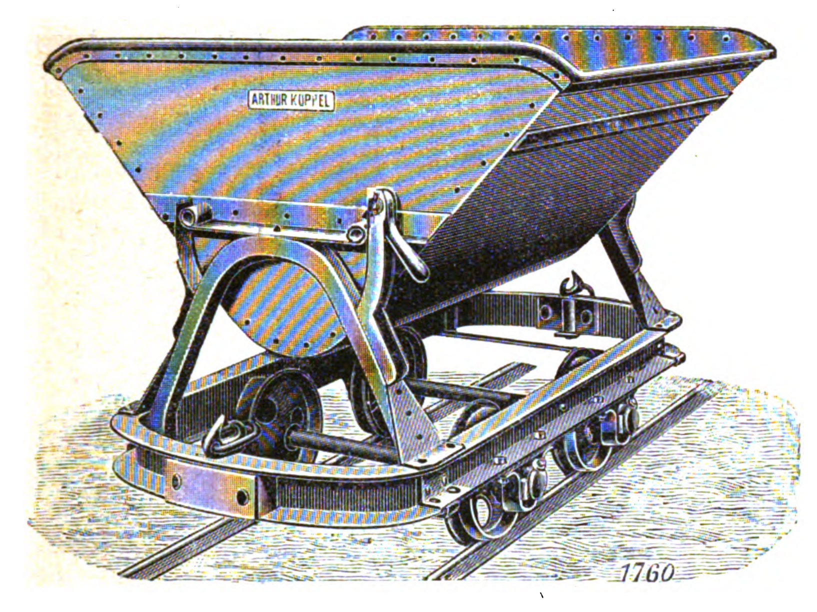


Fig 240.
Muldenkipper von Koppel.



Fig 242.
Vorderkipper von Koppel.

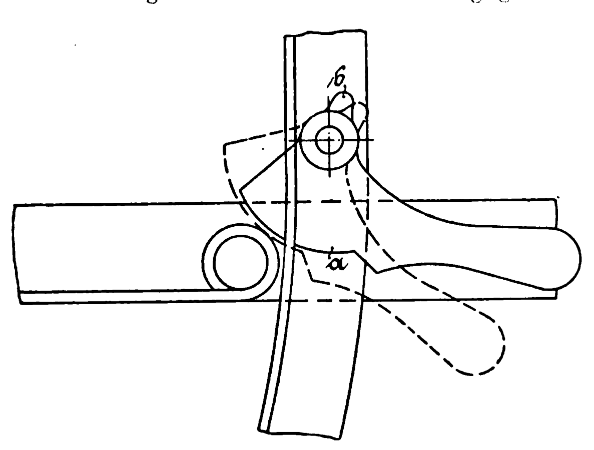


Fig. 241.
Feststellvorrichtung für Muldenkippen von Koppel.

Die Hauptabmessungen des abgebildeten Wagentyps sind folgende:

Spurweite mm	500	500	500	600	600	600
Inhalt cbm	$^1/_3$	$^1/_2$	$^3/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	1
Gesamte Rahmenlänge	1560	1700	1860	1700	1860	2055
Grösste Muldenbreite	1090	1280	1470	1280	1470	1500
Höhe v. Schienenoberkante bis Oberkante Mulde	1000	1015	1170	1060	1195	1275
Radstand (von Mitte zu Mitte Rad gemessen)	450	550	550	550	550	650
Raddurchmesser	300	300	300	300	300	350

Auf geringeren Steigungen kann man die Wagen durch einen gegen die Räder gepressten Knüppel bremsen, in anderen Fällen kommen Spindelbremsen zur Verwendung.

Für Ladungen unter $^1/_3$ cbm werden die Wagen einfacher und billiger ohne gebogene Rahmeneisen hergestellt. Für 1 bis $1^1/_2$ cbm Inhalt baut die Firma eine noch kräftigere Form mit 600 bis 750 mm Spurweite. Diese Wagen sind vor allem für Lokomotivbetrieb bestimmt und daher mit durchgehender, abgefederter Zugstange versehen.

Unter gewissen Verhältnissen kann es vorteilhaft sein, Vorderkipper nach Fig. 242 zu verwenden. Die Bauart ist im wesentlichen die gleiche wie bei den Seitenkippern, nur sind Mulde und Achsen gegeneinander um 90° versetzt. Sollen die Wagen sich nach allen Seiten entleeren lassen, so wird das Obergestell mit der Mulde drehbar auf das Untergestell gesetzt, in der Weise, dass es von vier kleinen Laufrollen getragen und durch einen Mittelzapfen geführt wird. Dadurch entsteht der sogenannte Rundkipper.

Die Wagen werden häufig so eingerichtet, dass sich die Mulde durch einen Kran vom Gestell abheben lässt. Sie erhält dann Füsse zum Aufsetzen und Oesen, in welche die Kranhaken eingehängt werden. An vielen Stellen werden auf diese Weise Schiffe entladen, indem der Kran die Ge-

[1]) D. R. P. 116280.

fässe in das Schiff hinunterlässt und die vollgeschaufelten Mulden wieder auf ihre Gestelle setzt. Stehen genügend Wagen und Schaufler zur Verfügung, so geht die Arbeit sehr schnell von statten, da das Abheben und Aufsetzen

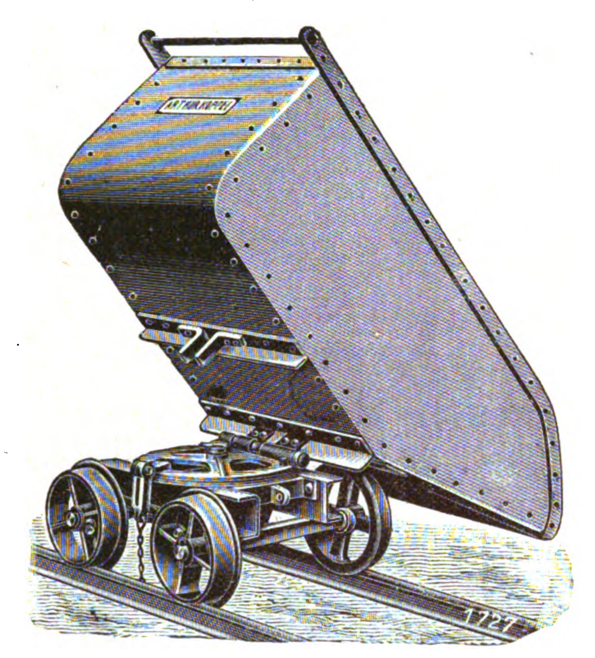


Fig. 243.
Schnabelrundkipper von Koppel.

nur wenig Zeit beansprucht. Gegenüber Greiferbetrieb besteht der Vortheil, dass die Kohle nicht gestürzt wird, doch sind natürlich viel Arbeitskräfte erforderlich. Eine andere Form eines Kippwagens gibt Fig. 243 wieder. *Arthur Koppel* stellt diesen Wagen unter dem Namen Schnabelrund-

Fig. 244. Fig. 247.

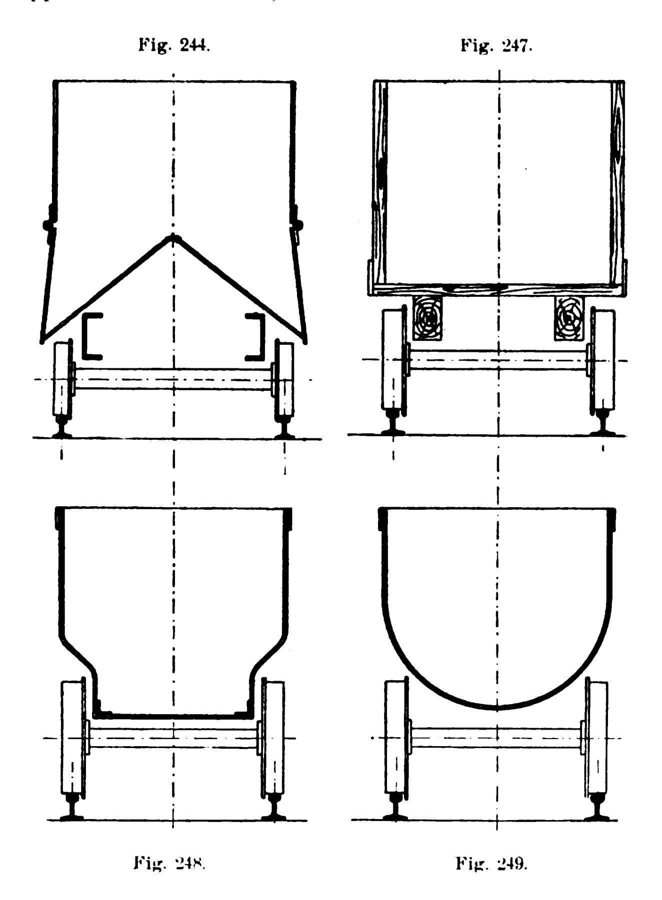


Fig. 248. Fig. 249.

kipper her. Der Kasten ist an einer Drehscheibe gelenkig befestigt und kann nach allen Seiten geschwenkt und entleert werden. Er ist viel weniger breit als die Mulde, und daher bei beschränktem Raum, z. B. in Gruben, besser brauchbar.

Statt durch Kippen kann man den Wagen auch in der Weise bequem entleeren, dass man ihm einen schrägen Boden gibt und das Material seitlich abrutschen lässt. Fig. 244 gibt die Skizze eines Sattelwagens, dessen Inhalt auf beiden Seiten des Geleises niederfällt; man baut die Wagen aber auch mit einseitiger Entleerung. Das Fördergut fällt bei dieser Form nicht so weit über die Schienen hinaus, wie beim Muldenkipper, das Geleise wird also leichter verschüttet.

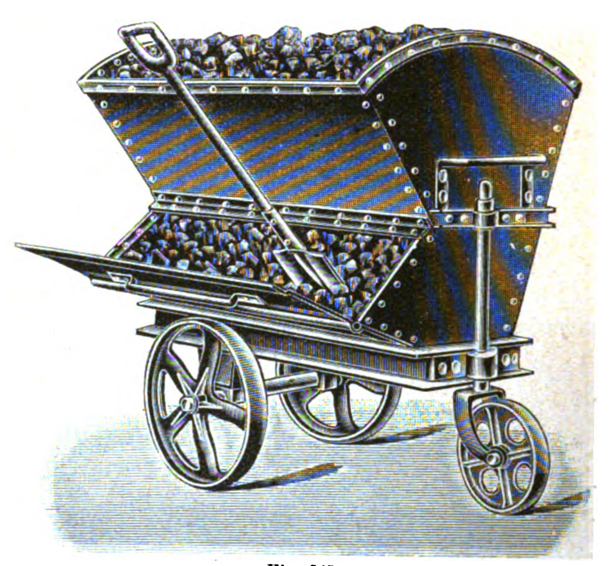


Fig. 245.
Kesselhauswagen von Gebr. Koettgen.

Fig. 245 gibt einen in Kesselhäusern viel benutzten Wagen wieder, aus dem die Kohle unmittelbar verfeuert wird. Derselbe hat breite Räder und soll auf dem glatten Fussboden gefahren werden, natürlich kann man ihn ebenso gut mit Schienenrädern versehen. Die Abbildung ist dem Kataloge von *H. Köttgen & Co.*, Berg.-Gladbach, entnommen. Eine zweirädige Kokskarre derselben Firma ist in Fig. 246 dargestellt. Sie ist wegen des grossen Raddurchmessers leicht zu bewegen und wird in ähnlicher Ausführung, z. B. für das Heranschaffen des Materials zu Hochofenschrägaufzügen benutzt.

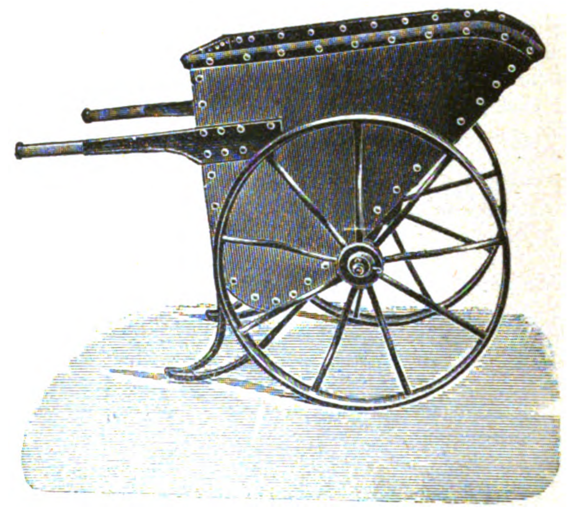


Fig. 246.
Kokskarre von Gebr. Koettgen.

Grubenwagen für Kohle werden in der Regel auf allen Seiten geschlossen gebaut, ohne besondere Vorrichtung zum Entleeren, da bei dem rauhen Betriebe möglichst kräftige, dauerhafte Konstruktion notwendig ist und das Ausstürzen auf einfachste Weise durch die weiter unten beschriebenen Kreiselwipper geschieht. Vielfach findet man noch hölzerne Wagen mit rechteckigem Querschnitt, die billiger sind als eiserne. Die letzteren haben aber den Vorzug grösserer Haltbarkeit, ausserdem kann man ihnen leichter durch Biegen der Seitenbleche einen Querschnitt

geben, der den Platz zwischen den Rädern besser ausnutzt, als das Rechteck. Endlich nehmen ihre Wände bei dem beschränkten Raum in den Förderstrecken weniger Platz weg. Der Wagen wird aus Blech und Formeisen genietet, neuerdings verwenden auch einzelne Firmen gepresste Bleche, um ohne Einbusse an Steifigkeit das Gewicht zu verringern. Im Durchschnitt beträgt das Eigengewicht eiserner Grubenwagen 60 v. H. der Nutzlast.

Fig. 247 bis 249 geben Querschnitte der gebräuchlichsten Formen für hölzerne und eiserne Wagen. Fig. 250 stellt eine Ausführung von *Arthur Koppel* dar.

Zum Entleeren der Grubenwagen werden allgemein Kreiselwipper nach Fig. 251 benutzt. In der vorliegenden Ausführung besteht der Wipper aus zwei kreisförmig gebogenen ⊏ Eisen, die sich auf festgelagerten Rollen abwälzen und durch 4 Winkel mit einander verbunden sind. Das eine Paar < Eisen bildet das Geleise, das andere greift über den Rand des Wagens und hält ihn in der Kippstellung fest. Das Gewicht ist so verteilt, dass bei gefülltem Wagen

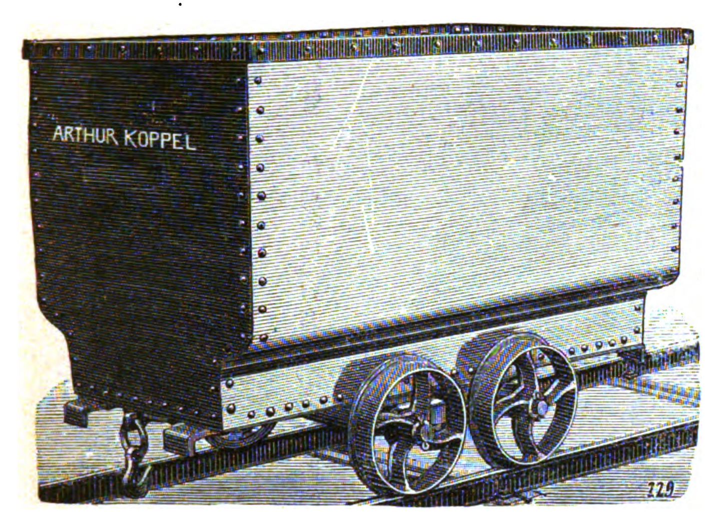


Fig. 250.
Grubenwagen von Koppel.

der Schwerpunkt des Ganzen etwas oberhalb, nach der Entleerung unterhalb des Mittelpunktes liegt. Infolgedessen hat der Wipper, nachdem der Arbeiter eine der beiden federnden Riegelstützen gelöst hat, die Neigung, selbsttätig umzukippen, um sich nach der Entleerung wieder aufzurichten, sodass der Mann die Bewegung nur einzuleiten braucht. Nach vollendeter Drehung schnappen die Riegel ein und der leere Wagen wird durch den nächstfolgenden beladenen herausgestossen.

Verbesserungen an dieser einfachen Vorrichtung haben den Zweck, die Drehgeschwindigkeit durch maschinellen Antrieb so zu regeln, dass der Wipper vor dem Ausschütten sich langsam bewegt, damit die Kohle ruhig fällt und geschont wird, während im übrigen die Bewegung möglichst rasch vor sich gehen soll. *Fried. Krupp, Grusonwerk*, Magdeburg-Buckau, baut einen solchen Kreiselwipper (Patent *Ulrich-Frantz*), dessen Laufrollen zu Beginn der Bewegung durch eine Riemenscheibe mit Reibkupplung langsam gedreht werden. Nach erfolgter Entleerung rückt sich die Kupplung selbsttätig aus und der Wipper kehrt unter dem Einfluss eines Beschleunigungsgewichtes schnell in die aufrechte Lage zurück.

Die Firma *Riggs Coal Tippler*, London, bringt einen auch in Deutschland patentierten Wipper in den Handel, der durch einen Kurbelmechanismus besonderer Konstruktion getrieben wird und sich nur während der Entleerung, also während eines ganz geringen Teiles der Drehung, langsam im übrigen aber bei beim Vor- und Zurückschwingen sehr rasch bewegt.

Als Betriebsmittel für Gleisbahnen kann Menschenkraft heutzutage nur noch in Betracht kommen, wenn die Entfernungen sehr gering sind. Daher ist z. B. in Gruben die Schlepperförderung allgemein verlassen und an ihre Stelle zunächst Pferdeförderung getreten. Auch diese wird nach

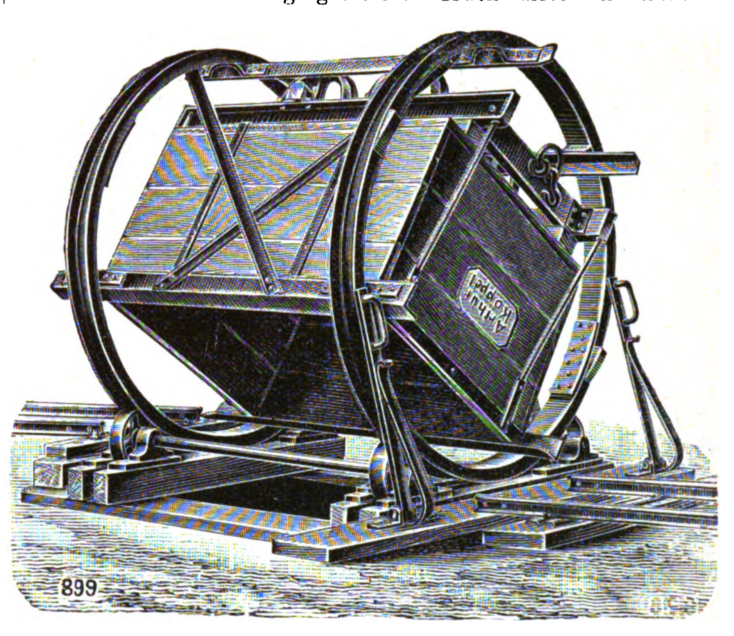


Fig. 251.
Kreiselwipper von Koppel.

und nach durch maschinelle Förderungen abgelöst. Am weitesten verbreitet sind Bahnen mit endlosem Seil oder Kette als Zugmittel, weil sie einfach im Betriebe und wegen der Annäherung an ununterbrochene Arbeitsweise sehr leistungsfähig sind. Lokomotivförderung wird sich empfehlen bei sehr grossen Entfernungen, oder wenn das Geleise von Wagen gekreuzt wird und daher freigehalten werden muss. Man verwendet in solchen Fällen Dampf-, Benzin- oder elektrische Lokomotiven mit Oberleitung bezw. Akkumulatoren. Wird das Fördergut nur bergab gefördert, so lässt sich in vielen Fällen die Triebkraft überhaupt sparen, indem man die Einrichtung so trifft, dass die beladenen abwärtsgehenden Wagen die leeren zur Füllstelle aufwärts ziehen, ein Prinzip, das auch bei senkrechten Aufzügen zuweilen Anwendung findet.

Die wichtigeren Systeme von Gleisbahnen sollen im folgenden Abschnitt besprochen werden.

(Fortsetzung folgt.)

Schnellbohrer.

Bemerkenswerte Versuche mit gewundenen sog. Spiralbohrern aus gewöhnlichem und Schnellschnittstahl (Speedcut steel) sind nach Engineering 1903, I, S. 81 im Werk von *Yarrow and Co.* in Poplar durchgeführt worden, durch welche die Ueberlegenheit des neueren Werkzeugstahls gegenüber dem älteren Material auch bei Bohrwerkzeugen dargetan wird. Zu diesen Versuchen wurden Rohrwände zu *Yarrows* Wasserröhrenkesseln benützt, in welche, mittels einer 6 fachen Reihenbohrmaschine von *Buckton*, Löcher von je 44,4 mm Durchmesser und 47,6 mm Tiefe in weichem Stahlmaterial bei 0,125 mm Schaltung gebohrt wurden.

Das Bohrwerk wurde durch einen 20 PS starken Motor bei 210 Volt Spannung betätigt und gebrauchte für den Leerlauf bei den normalen Umlaufszahlen der Bohrspindeln

n = 100, Stromstärken von 22,0 Amp.
n = 76, „ „ 20,5 „
n = 50, „ „ 19,0 „

Dagegen stellte sich der Stromverbrauch beim Bohren eines Satzes von je 6 Rohrlöchern a) am Anfange mit scharfen und b) nach dem 30. Lochsatz mit stumpfen Bohrern, wie folgt:

Werkzeug	Umlaufzahl der Bohrspindeln n	Stromverbrauch in Ampère a) zu Anfang	b) nach dem 30. Lochsatz
Gewöhnlicher Spiralbohrer	76	51	70
Schnellschnitt-Spiralbohrer	96	59	64

Der Mehrverbrauch an Betriebskraft für Fall b gegen a stellt sich demnach bei gewöhnlichem Bohrer auf 70 — 51 = 19 Amp., d. i. 19 : 51 = 0,37 oder 37 v. H., beim Schnellschnittbohrer dagegen auf 5 Amp., das heisst auf nur 8,5 v. H. Mit scharfem Schnellschnittbohrer im Arbeitsgang werden ferner gebraucht an Stromstärke:

Bei $n = 96$, minutl. Umdrehungen 59 Amp.
„ $n = 76$, „ „ 56 „
„ $n = 50$ „ „ 45 „

so dass sich die Kraftverhältnisse für die Umlaufszahlen n und ein gegebenes Spangewicht stellen, wie

$n = 96$; 59 . 96/96 = 59,0 Amp.
$n = 76$; 56 . 96/76 = 70,8 „
$n = 50$; 45 . 96/50 = 86,4 „

Diese Kraftverhältnisse stellen sich für den langsamen Gang noch ungünstiger, wenn man den Kraftbedarf für den Leerlauf in Abzug bringt.

Für Bohrerumläufe $n =$	96	76	50	i. d. Min.
Kraftbedarf im Arbeitsgang	59	56	45	Amp.
im Leerlauf der Maschine	22	20	19	„
für Schnittwirkung allein	37	36	26*)	„
für Einheit der Spanleitung	37	45	50*)	„

Hieraus ist ersichtlich, dass der Schnellschnittbohrer günstiger mit $n = 96$ als mit $n = 50$ Umdrehungen arbeitet, während die normale minutliche Umlaufszahl des gewöhnlichen Spiralbohrers sich auf $n = 33$ stellt, wobei derselbe nach 12 bis 14 gebohrten Löchern nachgeschliffen werden muss, während der Kraftmehrverbrauch nach dem dreissigsten mit dem Schnellschnittwerkzeug gebohrten Loche nur unwesentlich, um 8,5 v. H. zugenommen hat, ein Vorteil, der namentlich bei mehrfachen Bohrwerken von grosser Bedeutung für die Leistungsfähigkeit der Werkzeugmaschine ist.

Für den reinen Bohrbetrieb würden daher bei 210 Volt Spannung gebraucht:

Für				
$n =$	96	76	50	Minutenumlauf
$v =$	224	177	116	mm/Sek. Schnittgeschwindigkeit
$E =$	20600	15960	10500	V.A.
$\frac{E}{740} = N =$	27,25	21,60	14,20	PS
$\frac{N}{6} =$	4,5	3,6	2,4	PS

Effekt zum Bohren eines Loches von $d = 44,4$ mm Durchmesser.

Spiralbohrer aus *Krupp*schem Werkzeugstahl für Schnellbetrieb besitzen folgende Leistungsfähigkeit:

Lochdurchmesser $d = 31,2$ mm | Werkstück
Lochtiefe $h = 148$ mm | harter Nickelstahl
Umdrehungszahl $n = 130$ in der Minute
Bohrzeit 8 Minuten für 1 Loch
Bohrervorschub in 1 Minute 18,5 mm
Schaltung für 1 Umdrehung $\lambda = 0,143$ mm
Lineare Schaltgeschwindigkeit $\varepsilon = 0,3083$ mm/Sek.
Lochquerschnitt $\frac{\pi}{4} d^2 = 764$ qmm

*) Anmerkung. $26 \cdot \frac{96}{50} = 49,9 = 50$ Amp., weil die Spanleistung bei gleicher Schaltung der Umlaufszahl proportional ist.

Spanvolumen $\varepsilon \cdot \frac{\pi}{4} d^2 = 235$ cmm/Sek.
Spangewicht $q = 6,35$ kg/Std.
Schnittdauer des Schnellschnittbohrers 150 Löcher, bis zum erforderlichen Nachschleifen, während die Schnittfähigkeit des gleichen Spiralbohrers aus Spezialstahl 7 Löcher beträgt.

Wären überall die Bohrzeiten oder die Schaltungsgrössen angegeben, so könnten ältere Kraftmessungen an vielfachen *Bohrmaschinen* (D. p. J. 1897, Bd. **305**, S. 230) damit verglichen werden.

a. Bohrt 7 Löcher $d = 19$ mm Durchmesser in 12,7 mm starken Schienensteg. Gebraucht rund 50 A. bei 218 V.
$E = 10900$ V.-A.
$\frac{E}{740} = N = 14,7$ PS
$\frac{N}{7} = 2,1$ PS für ein Loch

b. *Sellers* 6fache Bohrmaschine bohrt 6 Löcher, $d = 27$ mm Durchmesser in 12,7 mm starken Schienensteg. Gebraucht 55 A. bei 220 Volt
$E = 12100$ V.-A.
$\frac{E}{740} = N = 16,22$ PS
$\frac{N}{6} = 2,7$ PS für ein Loch.

c. Dieselbe in 19 mm starken Schienensteg
$\frac{N}{6} = 3,4$ PS

Ausführlicher sind die Angaben bei den Kraftmessungen von *Huillier* und *Frèmont* (Vgl. D. p. J. 1899, Bd. **313**, S. 198).

a. Grosse Bohrmaschine
$d = 30$ mm Spiralbohrer
$\lambda = 0,33$ mm/Sek. Schaltung
$v = 267,5$ mm/Sek. Schnittgeschwindigkeit am äusseren Umfang
$q = 6,6$ kg/Std. Spangewicht
$E = 100$ mkg | Effekt des Antriebriemens
$E_0 = 36$ mkg Leerlauf | für reine Bohrarbeit
$L = 360000$ mkg/Std.
$\frac{L}{q} = 54500$ mkg/Std. Spangewicht

b. Kleine Bohrmaschine
$d = 25$ mm Spiralbohrer
$\lambda = 0,354$ mm/Sek. Schaltung
$v = 210$ mm/Sek. Schnittgeschwindigkeit
$q = 4,7$ kg/Std. Spangewicht
$E_0 = 10,7$ mkg Leerlauf der Bohrmaschinen
$E = 45,0$ mkg für reinen Bahnbetrieb
$L = 162000$ mkg/Std.
$\frac{L}{q} = 34500$ mkg/Std.

In folgenden Tab. I bis IV ist vom Verfasser eine Versuchsreihe über Kraftmessung beim Lochbohren in Gusseisen, welche von der *Bickford Drill and Tool Company* in *Cincinnati*, Ohio, angestellt worden und im American Machinist 1902, Bd. 25, S. 1334 angeführt ist, eingehend bearbeitet worden, was dem Fachmann gewiss nicht unerwünscht sein dürfte.

In Tab. I ist die Schnittgeschwindigkeit v mm/Sek. auf den Umfang des Bohrers bezogen und die lineare Schaltungsgeschwindigkeit ε mm/Sek. aus den Umlaufschaltungen in achsialer Richtung $\lambda = 0,18$ bis 1,2 mm/Umdrehung ermittelt. Hieraus ist das sekundliche Spanvolumen in cmm/Sek. berechnet, und das Spangewicht in kg/Std. mit $\gamma = 7,5$ kg/cbm ermittelt worden.

Aus der Tab. II erkennt man aus den Werten für den absoluten Bohreffekt, sowie aus dem Effekt für den Leergang der Bohrmaschine, dass zwischen den Umlaufszahlen $n = 82$ und 68,5 das Rädervorgelege eingeschaltet ist.

Dagegen ist die Bildung der letzten Umlaufszahl nicht bestimmt, kann aber mit dem Sprung von $E = 79,5$ auf 107 mkg in der Weise erklärt werden, dass ein zweites Rädervorgelege vorhanden sei.

Da der Effekt für den Leerlauf der Bohrmaschine mit abnehmender Umlaufszahl der Spindel naturgemäss abnimmt,

Tabelle I.

Spanleistung für gegebene Schnitt- und Schaltgeschwindigkeit.

Bohrerdurchmesser d mm	Umdrehungen n in 1 Minute	Schnittgeschwindigkeit v mm/Sek.	Lineare Schaltungsgeschwindigkeit c = mm/Sek.				Spanvolumen cmm/Sek.				Spangewicht kg/Std.				Bemerkungen
			$\lambda = 0{,}18$ [1])	0,46	0,6	1,2 mm	$\lambda = 0{,}18$	0,46	0,6	1,2 mm	$\lambda = 0{,}18$	0,46	0,6	1,2 mm	
12,7	299	200	0,90	2,30	—	5,98	113	289	—	758	3,05 [1])	7,8	—	20,5	[1]) Spezifisches Gewicht γ = 7,5 kg/cbdm in Rechnung gebracht
19,0	206	206	0,62	1,58	—	4,12	175	447	—	1167	4,72	12,1	—	31,5	
25,4	143	190	0,43	1,10	—	2,86	217	556	—	1452	5,86	15,0	—	39,2	
31,7	99	164	0,30	0,76	—	1,98	236	598	—	1565	6,37	16,2	—	42,3	
38,1	82	164	0,25	0,63	—	1,64	281	716	—	1869	7,59	19,3	—	50,5	
44,4	68,5	160	0,21	—	6,85	—	317	—	1060	—	8,56	—	28,6	—	$\lambda = 0{,}18$ mm $\lambda = 1{,}2$ mm ist lineare Schaltung für je 1 Umdrehung des Bohrers
50,8	57,0	152	0,17	—	5,70	—	348	—	1155	—	9,40	—	31,3	—	
57,1	47,2	142	0,14	—	4,72	—	363	—	1208	—	9,80	—	32,6	—	
63,5	39,3	131	0,12	—	3,93	—	373	—	1246	—	10,10	—	33,6	—	
69,8	32,6	119	0,10	—	3,25	—	374	—	1243	—	10,10	—	33,6	—	
76,2	27,0	108	0,08	—	2,70	—	369	—	1231	—	9,96	—	33,2	—	

so kann eine Erklärung für den höheren spezifischen Effekt bei kleinem Bohrerdurchmesser nur in der höheren Umfangsreibung und der weiter getriebenen Spanzerteilung gefunden werden. Wie aus Tab. I ersichtlich, besitzen die kleineren Bohrer beträchtlich höhere Schnittgeschwindigkeiten, als die starken Bohrer. So z. B. erhält der Bohrer $d = 25{,}4$ gegen den Bohrer $d = 76{,}2$ eine Umfangsgeschwindigkeit, die

Tabelle II.

Spezifischer Effekt. mkg/qmm Spanquerschnitt.

Bohrerdurchmesser d in mm	Effekt Leerlauf d. Bohrmaschine PS	Effekt in mkg/Sek. für reine Bohrarbeit				Spanquerschnitt für zwei Schneiden qmm				Spezifischer Effekt mkg/qmm Spanquerschnitt				Bemerkungen
		$\lambda = 0.18$	0,46	0,6	1,2 mm	$\lambda = 0{,}18$	0,46	0,6	1,2 mm	$\lambda = 0{,}18$	0,46	0.6	1,2 mm	
12,7	1,39	48,8	101	—	375	2,29	7,62	—	15,24	21,3	13,3	—	24,60	λ = Schaltung für 1 Umdrehung des Bohrers
19,0	0,72	62,2	119	—	368	3,42	11,40	—	22,80	18,0	10,4	—	16,10	
25,4	0,46	52,5	152	—	286	4,57	15,24	—	30,48	11,5	9,9	—	9,37	
31,7	0,31	65,3	123	—	254	5,71	19,02	—	38,04	11,4	6,5	—	6,66	
38,1	0,24	55,5	175	—	458	6,86	22,86	—	45,27	8,1	7,6	—	10,10	
44,4	0,80	103,0	—	254	—	8,00	—	26,64	—	13,0	—	9,54	—	Spezifischer Effekt mkg/qmm für jede Stelle der Bohrerschneide
50,8	0,57	98,3	—	248	—	9,14	—	30,48	—	10,8	—	8,14	—	
57,1	0,30	91,5	—	321	—	10,28	—	34,26	—	8,9	—	9,37	—	
63,5	0,30	116,0	—	286	—	11,43	—	38,10	—	10,2	—	7,50	—	
69,8	0,28	79,5	—	274	—	12,56	—	41,64	—	6,3	-	6,58	—	
76,2	0,35	107,0	—	265	—	13,72	—	45,72	—	7,8	—	5,80	—	

Schaltung $\lambda = 1{,}2$ mm. Auch dieser Umstand ist leicht erklärlich, weil bei $\lambda = 0{,}18$ mm/Umdr. die Spanverteilung weiter getrieben ist und dadurch die Spanreibung wächst, während bei der groben Schaltung $\lambda = 1{,}2$ mm/Umdr. der Spanwiderstand in normaler Richtung zunimmt, wodurch der Druck auf die Stirnfläche grösser wird, was wieder eine Steigerung des spezifischen Effektes zur Folge hat. Die

190 : 108 = 1,76 mal grösser ist. Wird der spezifische Effekt, abgesehen von den zusätzlichen Reibungshindernissen im Triebwerk, ins Verhältnis gesetzt, so folgt 11,5 : 7,8 = 1,47 als Faktor.

Bemerkenswert ist ferner, dass die Umfangsschaltung $\lambda = 0{,}46$ mm/Umdr. den günstigsten spezifischen Effekt gegenüber der feinen Schaltung $\lambda = 0{,}18$, sowie der groben

Unregelmässigkeiten in den Werten für den spezifischen Effekt im unteren Teil der Tabelle finden im Zustand der Bohrerschneiden eine zureichende Begründung. Doch könnte bei drei gegebenen Kolumnen im unteren Tabellenteil, wahrscheinlich auch die Gesetzmässigkeit des oberen Tabellenteiles wiederzufinden sein.

In Tab. III sind die berechneten mittleren spezifischen,

Tabelle III.

Spezifische Drücke. kg/qmm Spanquerschnitt.

Bohrerdurchmesser d mm	Mittlerer spezifischer Druck [1]) kg/qmm Spanquerschnitt				Mittlerer spezifischer Druck [2]) kg/mm Schneide				Tangentiale Triebkraft P kg auf $r = \frac{d}{2}$ bezogen				Bemerkungen
	$\lambda = 0{,}18$	0,46	0,6	1,2 mm	$\lambda = 0{,}18$	0,46	0,6	1,2 mm	$\lambda = 0{,}18$	0,46	0,6	1,2 mm	
12,7	213	133	—	246	38,4	79,8	—	295	244	505	—	1875	[1]) und [2]). Der mittlere spezifische Druck ist auf den Halbmesser $\rho = \frac{d}{4}$ bezogen.
19,0	175	100	—	156	31,5	60,0	—	210	308	573	—	1733	
25,4	121	104	—	99	21,8	62,4	—	119	272	800	—	1520	
31,7	139	79	—	81	25,0	47,4	—	97	400	750	—	1522	
38,1	99	92	—	123	17,8	55,8	—	148	340	1067	—	2721	
44,4	162	—	119	—	29,2	—	71,4	—	649	—	1590	—	Tangentiale Triebkraft P kg ist auf den Bohrerumfang bezw. den Halbmesser $r = \frac{d}{4}$ bezogen. Ist R Radhalbmesser, so ist $T = \frac{r}{R} P$ Zahndruck.
50,8	142	—	107	—	25,6	—	64,2	—	650	—	1630	—	
57,1	125	—	114	—	22,5	—	68,4	—	640	—	2200	—	
63,5	155	—	115	—	27,9	—	69,0	—	885	—	2200	—	
69,8	105	—	109	—	18,9	—	65,4	—	670	—	2300	—	
76,2	144	—	103	—	25,9	—	61,8	—	900	—	2500	—	

auf die Mitte der Schneidkante bezogenen Drücke zusammengestellt. Mit einzelnen Ausnahmen nehmen diese spezifischen Arbeitsdrücke $^{kg}/_{qmm}$ bei gleicher Schaltung mit zunehmendem Bohrerdurchmesser ab. Es kann aber möglicherweise ein Minimalwert für $d = 31,7$ mm in den Schaltgängen $\lambda = 0,46$, sowie $\lambda = 1,2$ $^{mm}/_{Umdrehung}$ angenommen werden, was aber bei der geringen Anzahl der Versuchswerte vorläufig nur vermutet werden kann.

Ganz unregelmässig gestaltet sich aber der Verlauf der spez. Drücke $^{kg}/_{mm}$, obwohl man versucht sein könnte, bei $\lambda = 0,46$ $^{mm}/_{Umdrehung}$ und bei $\lambda = 0,6$ einen Mittelwert, z. B.

$$\frac{1,2}{0,46} = 2,61 \qquad \frac{1520}{800} = 1,9$$

$$\frac{0,46}{0,18} = 2,55 \qquad \frac{800}{270} = 2,95$$

$$\frac{1,2}{0,18} = 6,66 \qquad \frac{1520}{250} = 5,6$$

Das in Tab. IV angegebene allgemeine Torsionsmoment besitzt grosse konstruktive Bedeutung und zeigt in allen

Tabelle IV.

Spezifische Arbeitsleistung $^{mkg}/_{Stundenkg}$ Späne und Torsionsmoment M.

Bohrerdurchmesser d mm	Lochquerschnitt $\frac{\pi}{4} d^2$ qmm	Mechanische Arbeit $^{Std.}/_{mkg}$				Spezifische Arbeit $^{mkg}/_{Stundenkg}$ Späne an der Bohrspindel				Torsionsmoment M $^{kg}/_{m}$			
		$\lambda = 0,18$	0,46	0,6	1,2 mm	$\lambda = 0,18$	0,46	0,6	1,2 mm	$\lambda = 0,18$	0,46	0,6	1,2 mm
12,7	127	175 680	363 600	—	1 350 000	57 600	46 060	—	66 000	1,56	3,20	—	11,91
19,0	284	223 920	428 400	—	1 320 000	47 460	35 400	—	43 000	2,93	5,44	—	16,46
25,4	507	189 000	547 200	—	1 029 600	32 250	36 240	—	26 000	3,45	10,16	—	19,30
31,7	789	235 080	442 800	—	914 400	37 000	27 330	—	21 620	6,36	11,93	—	24,22
38,1	1140	199 800	630 000	—	1 648 800	26 320	32 650	—	32 650	6,49	20,38	—	51,97
44,4	1548	370 800	—	914 400	—	43 320	—	32 000	—	14,41	—	35,30	—
50,8	2027	353 880	—	892 800	—	37 700	—	28 530	—	16,51	—	41,40	—
57,1	2561	329 400	—	1115 600	—	33 600	—	35 450	—	18,24	—	62,70	—
63,5	3167	417 600	—	1029 600		41 000	—	30 600	—	28,14	—	70,00	—
69,8	3826	286 200	—	986 400	—	28 600	—	29 450	—	23,38	—	80,27	—
76,2	4560	385 200	—	954 000	—	38 700	—	28 740	—	34,90	—	95,25	—

etwa 65 $^{kg}/_{mm}$ zu konstruieren, was aber kaum eine praktische Bedeutung hat, weil dieser auf $\varrho = \frac{d}{4}$ bezogene Wert unbedingt nach dem Umfange ab-, und nach der Bohrerachse bis auf annähernd unendlich zunimmt.

Natürlich nimmt die auf den Bohrerumfang bezogene tangentiale Triebkraft P kg, mit der Schaltungsgrösse in einem bestimmten Verhältnis zu, was leicht zu ermitteln geht.

Reihen und Spalten eine stetige Zunahme sowohl nach Bohrergrösse als nach Vorschub. Mit vereinzelten Ausnahmen zeigt dieses Torsionsmoment eine gewisse gesetzmässige Aenderung, welche beachtenswert ist.

Von hervorragender Wichtigkeit ist jedoch das spezifische Arbeitsvermögen mkg, bezogen auf Stundenleistung des abgehobenen Spanmaterials, dessen Bedeutung für spätere Vergleichsstudien sofort einleuchtet. *Pregél.*

Neue Einrichtungen und Nebenvorrichtungen zur Zugsicherung auf Eisenbahnen.

(Schluss von S. 331 d. Bd.)

VIII. Georg Schreibers selbsttätige Zugsicherung.

Eine von *Georg Schreiber* erdachte und hergestellte Zugsicherungseinrichtung, welche seit verflossenem Jahre auf der 5,3 km langen Werksbahn *Bannstein—Muttershausen* in Lothringen praktisch angewendet wird, erteilt das Fahrverbot zur Deckung der Züge auf doppeltem Wege, nämlich durch ein sichtbares Signal mittels einer oder mehrerer, in einer flachen Laterne untergebrachter Glühlampen und zugleich durch selbsttätiges Auslösen der Lokomotivpfeife oder der Zugbremse. Zu dem Ende besteht die Ausrüstung jeder einzelnen Blockstelle aus der *Signalvorrichtung* im engeren Sinne und einem *Stromschliesser*, deren wesentliche Anordnung sich aus der schematischen Skizze, Fig. 11, ersehen lässt, welche die Anlage einer vollständigen, zwischen der Station A und der Station B durchgeführten Blockeinrichtung des einen Gleises einer doppelspurigen Eisenbahnlinie darstellt.

Hinsichtlich des Betriebes ist zuvörderst vorausgesetzt, dass sich in einer der beiden Stationen eine bestimmte Stromquelle, nämlich eine Speicherbatterie b befindet, welche einen Strom von annähernd 120 Volt und 1 Ampère liefert. Von den beiden Polen gehen zwei Leitungen l_1 und l_2 aus, welche von A bis B der ganzen Strecke entlang laufen, und an denen bei den einzelnen Blockstellen die erforderlichen Abzweigungskabel angeschlossen sind. Die Stromquelle wird nur dann in Anspruch genommen, wenn und so lange an einer der Blockstellen das Fahrverbot besteht.

Das Einstellen der Signalvorrichtung auf „*Halt*" und „*Frei*" geschieht mit Hilfe eines knapp ausserhalb des Gleises, parallel zum Schienenstrang eingebauten, liegend angeordneten, kräftigen Solenoides s_1, s_2, s_3 . . ., dessen Ankerkern, wenn der vorerwähnte Strom die Spulen durchfliesst, vermittels einer Verbindungskette und eines zugehörigen Kettenrades eine wagerechte, zum Gleis senkrecht gerichtete Welle dreht, wobei durch ein auf dieser Stellwerkswelle sitzendes Kammrad ein Hemmknopf k_1, k_2, k_3 . . . gehoben und ausserdem durch eine Kegelradübersetzung die Stiellaterne t_1, t_2, t_3 . . . um 90° gedreht wird. Der benannte Hemmkopf hat seinen Platz innerhalb des Gleises und liegt für gewöhnlich so niedrig, dass sein Kopf von einem drehbaren, in einer Führung laufenden Bügel, womit jede Lokomotive an ihrem Untergestelle versehen ist, nicht berührt werden kann; befindet sich jedoch der Hemmkopf infolge der vorgedachten Solenoidwirkung in der hochgehobenen Lage, so gleitet über ihn der Lokomotivbügel derart hinweg, dass letzterer nach oben gedrückt wird, demzufolge sein freies Ende auf einen Winkelhaken einwirkt, der einen zweiten, durch eine Stange mit dem Dampfpfeifenhebel oder den Anlasshahn der Druckluftbremse verbundenen Doppelhebel freigibt. Durch das nunmehr niedergehende Gestänge gelangt



sonach die Dampfpfeife oder die Zugbremse in Tätigkeit. Die Rückstellung hat dann der Lokomotivführer mit der Hand auszuführen, wobei sich unter dem Lokomotivgestelle der Winkelhaken und Bügel wieder in die Grundstellung zurückbegibt und somit für eine nächste Auslösung neu vorbereitet.

natürlich eben so lange verharren, als die Scheibe x_1 von der Sperrklinke n_1 festgehalten bleibt.

Wird jedoch durch die Spulen des Solenoides s'_1 ein Strom gesendet, der eine kräftige Einziehung des Ankerkernes bewirkt, so zieht dieser mittels einer Kette den in einer Schlittenführung beweglichen und durch die Feder f_4

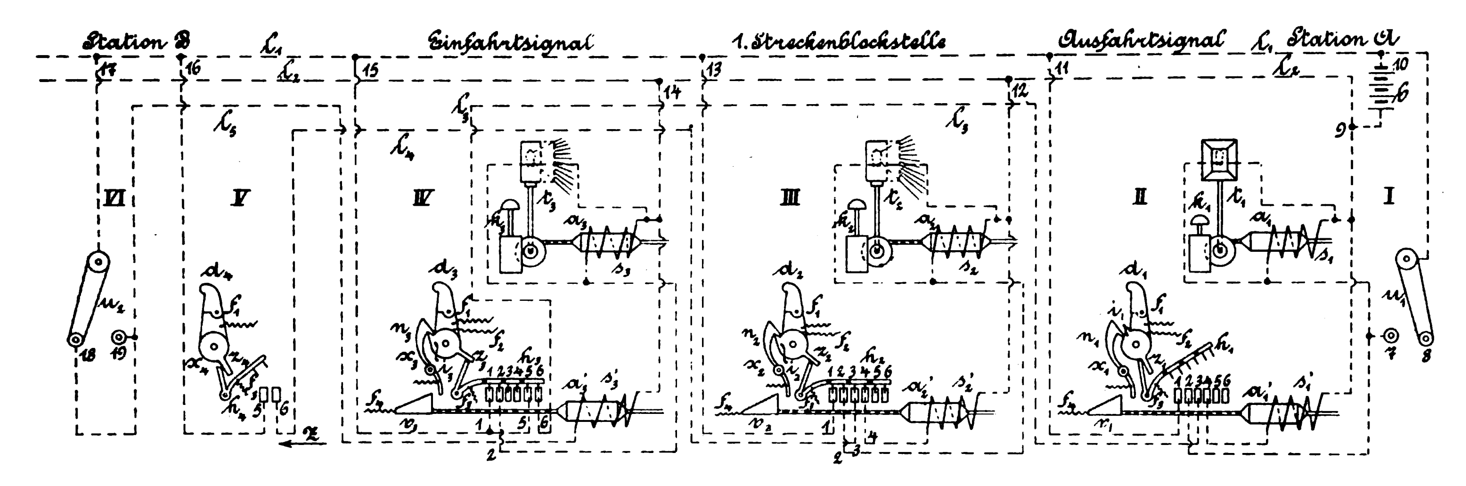


Fig. 11.

Durch die weiter oben erwähnte Drehung der Stiellaterne t_1, t_2, t_3 . . ., deren Lampen gleichzeitig mit den ihnen parallel geschalteten Solenoidspulen s_1, s_2, s_3 . . . Strom erhalten, wird die allenfalls rot verglaste und durch einen Trichterrahmen gut wahrnehmbar gemachte, nunmehr erleuchtete Laterne zur Gleisachse senkrecht gestellt, d. h. einem sich etwa der Signalstelle nähernden Zuge *voll* zugekehrt. Diese *„Haltlage"* des sichtbaren Signals und das Brennen der Lampen, desgleichen die Auslösestellung des Hemmkopfes hören aber sofort wieder auf, wenn der Strom im Solenoid eine Unterbrechung erleidet, weil dann eine auf eine Scheibe der Stellwerkswelle tangential einwirkende Feder die ganze Signalvorrichtung in die gewöhnliche Grundstellung zurückführt, bei welcher die unbeleuchtete Laternenscheibe parallel zum Gleis steht und auch der Hemmkopf so weit niedergegangen ist, dass er vom Auslösebügel der Lokomotiven nicht erreicht wird.

Zur Steuerung der Stromschlüsse dienen Kontaktvorrichtungen, die aus einem Lagerbocke bestehen, in welchem eine wagerechte Drehachse ruht, auf welcher die Nabe eines Daumens d_1, d_2, d_3 . . . lose steckt, welch letzteren in der senkrecht aufrecht gerichteten Lage festzuhalten eine Kerbfalle und eine Feder f_1, f_1, f_1 . . . dauernd bestrebt sind. Auf derselben Drehachse sitzt auch eine Scheibe x_1, x_2, x_3 . . ., mit welcher der Daumen hinsichtlich der Linksdrehung durch einen einfachen Mitnehmerbacken und eine tangential wirkende Feder f_2, f_2 f_2 . . . gekuppelt ist. Am Rande der Scheibe x_1, x_2, x_3 . . . steht ein Zahn i_1, i_2, i_3 . . . vor, sowie eine kurze Speiche z_1, z_2 z_3 . . ., gegen welche sich das als Rolle ausgebildete Ende des kürzeren Armes eines Winkelhebels h_1, h_2, h_3 . . . lehnt, dessen längerer Arm eine Platte trägt, in die eine Anzahl nach abwärts gerichteter, angemessen isolierter Kupferstifte eingesetzt ist. So lange sich, wie beispielsweise auf dem Signalposten *II*, die Scheibe x_1 in ihrer Ruhelage befindet, welche die Zeichnung ersehen lässt, ist der längere Arm des Hebels h_1 hochgehoben, wird jedoch der Daumen d_1, in der Pfeilrichtung gedreht, dann nimmt er die Scheibe x_1 mit sich und diese fängt sich hierbei mit dem Zahn i_1 an dem hakenförmigen Ende der Klinke n_1, so dass sie von dieser festgehalten nicht mehr in die Ruhelage zurückkehren kann, wenn auch die ablenkende Wirkung auf d_1 aufhört und dieser Daumen seine aufrechte Grundstellung wiedergewinnt. Bei der vorgedachten Drehung von x_2 ist die Speiche z_1 nach aufwärts ausgewichen und daher der freigewordene Winkelhebel h_1 nach rechts, bezw. abwärts gekippt, so dass die eingesetzten Kupferstifte in Quecksilbernäpfe *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6* . . . eingetaucht werden und in dieser Lage, vermöge welcher sie verschiedene Stromwege herstellen, durch das natürliche Uebergewicht des Hebels h_1 und des Zuges einer Feder f_3

nach links, d. h. nach rückwärts gezogenen Keil v_1 nach rechts bezw. nach vorwärts, so dass er an den unteren Arm des Sperrklinkenhebels stösst und diesen ausrückt, worauf die Scheibe x_1 dem Zuge der Feder f_2 folgend sich in ihre Grundstellung zurückbegibt, also auch den Hebel h_1 hochhebt, mithin die Kupferstifte aus den Quecksilbernäpfen entfernt und die dort bestandenen Stromwege wieder unterbricht.

Zum Umlegen des Stromschliesserdaumens d_1, d_2, d_3 . . . ist jede Lokomotive an ihren beiden Längsseiten mit je einer sanft gebogenen, 1850 mm langen Gleitschiene ausgestattet, von denen die eine oder die andere beim Ueberfahren der Kontaktvorrichtung den verstärkten und gehärteten Daumenkopf erfasst und so weit niederbeugt, dass er etwa 30 mm tiefer zu liegen kommt als während der Ruhelage. Die Einklinkung der Scheibe x_1, x_2, x_3 . . . erfolgt jedoch bereits bei einer Daumenkopfbeugung von bios 20 mm und das tiefere Herabdrücken hat lediglich allfällig vorhandene, kleine Unterschiede in der Lage der Lokomotivgleitschiene auszugleichen, ohne jeder sonstigen Nebenwirkung. Die einmal erfolgte Einklinkung der Stromschliesserscheibe kann durch keine weitere Betätigung des zugehörigen Daumens d_1, d_2, d_3 . . . mehr aufgehoben werden und selbst beim Rückwärtsfahren der Lokomotive wird nur der obere Teil des Daumens leer nach rechts gedreht, ohne jeglicher Beeinflussung der Scheibe x_1, x_2, x_3 . . . Die beiden zur Betätigung der Daumen bestimmten Gleitschienen der Lokomotiven hängen mit ihrem rückwärtigen Ende drehbar in einem Gelenksrahmen, während sie am vorderen Ende mit einem Hebelmechanismus in Verbindung gebracht sind, der mittels einer Schraubenspindel vom Führerstande aus derart bedient werden kann, dass durch Rechtsdrehen die rechtsseitige, durch Linksdrehen die linksseitige Gleitschiene gesenkt, d. h. in Dienst gesetzt und gleichzeitig die andere gehoben, d. h. ausser Wirksamkeit gebracht wird. Ersteres ist beim Dienste anf zweigleisigen Bahnen die gewöhnliche Grundstellung für Vorwärts- und Rückwärtsfahren, letzteres die Ausnahmsstellung für die Fahrt mit dem Tender voraus.

Dem in Fig. 11 dargestellten Stromlaufschema liegt die Voraussetzung zu Grunde, dass das Ausfahrtsignal *II* in der Anfangsstation *A*, ebenso wie das Einfahrtsignal *IV* vor der Endstation *B* dauernd auf *Halt* stehen und nur für die Zugfahrten auf *freie Fahrt* gestellt werden sollen, zu welchem Behufe in den beiden Stationen die besonderen Handumschalter *I* und *II* vorhanden sind, welche von dem Weichenstellwerk in geeigneter Abhängigkeit stehen, und lediglich von den Stationsbeamten benützt werden dürfen. Auf der Streckenblockstelle *III* — gleichwie auf jeder andern solchen Blockstelle, falls noch weitere vorhanden sind — befindet sich jedoch die Signalvorrichtung für gewöhnlich in der Lage

für *Freie Fahrt*. So lange von Station *A* kein Zug abgeht, liegt die Umschalterkurbel u_1 in *I* auf *7*; in diesem Falle steht ersichtlichermassen die Betriebsbatterie *b* über *10*, u_1, *7*, s_1, und *9* dauernd im Schluss und der eingezogene Solenoidkern a_1 hält demgemäss die Signalvorrichtung in der Haltlage, wie sie z. B. bei *IV* ersichtlich gemacht ist, fest. Soll aber einem Zuge die Ausfahrt erlaubt werden, so hat der Stationsbeamte vorher die Schalterkurbel u_1 auf *8* umzustellen, d. h. den durch s_1 laufenden Strom zu unterbrechen, demzufolge sich die Signalvorrichtung des Ausfahrtsignals *II* auf *Freie Fahrt*, d. i. in jene Lage einstellt, welche in der Zeichnung dargestellt erscheint.

Nunmehr kann der Zug seine Fahrt antreten und derselbe wird, sobald seine Lokomotive mit der Gleitstange den Daumen d_1 umlegt, die selbsttätige Rückstellung des Ausfahrtsignals auf *Halt* bewirken, indem der niederkippende Hauptarm des Winkelhebels h_1 durch die eingesetzten Kupferstifte zwischen den beiden aus Rotguss hergestellten Quecksilbernäpfen *1* und *2* eine leitende Verbindung vermittelt, vermöge welcher ein Strom von *b* über l_1, *11*, *1*, *2*, s_1 und 9 in die Solenoidspule s_1 und in die Lampe t_1 gelangt, der die Einziehung des Ankerkerns a_1, und also die Haltlage der Stiellaterne t_1 und des Hemmknopfes k_1 bewirkt. Signalvorrichtung und Stromschliesser haben sonach durch den vorbeigefahrenen Zug in *II* dieselbe Lage erhalten, wie sie in der Zeichnung bei *III* und *IV* dargestellt erscheint. Hinsichtlich dieses Vorganges bleibt nur noch besonders hervorzuheben, dass der Hebel h_1 ausser dem Stromwege zwischen *1* und *2* vermittels eines zweiten Stiftenpaares auch noch die leitende Verbindung zwischen *3* und *4* herstellt, welch letztere späterhin für die durch den Zug zu bewirkende Aufhebung des Fahrverbotes von Belang ist.

Gelangt der ins Auge gefasste Zug nach *III*, so muss er auch hier, um seine Fahrt fortsetzen zu dürfen, die Signallage *Freie Fahrt* vorfinden, welche er beim Ueberfahren der Blockstelle ebenso wieder in *Halt* umwandelt, als vorhin an der Signalstelle *II*. Auch diesmal wird durch die Kupferstifte des niedergekippten Hebels h_2 nicht blos der Stromweg *1*, *2* sondern zugleich jener von *3* nach *4* hergestellt, von wo ein Anschlusskabel zur Solenoidspul s'_2 weitergeht. Findet sodann der Zug auch an der Blockstelle *IV* die Erlaubnis zur Einfahrt vor, so stellt er daselbst bei der Vorbeifahrt, ganz wie in den vorbesprochenen Fällen, die Signalvorrichtung auf *Halt* zurück. Gegen früher besteht diesmal der einzige Unterschied, dass der Kontakthebel h_3 nebst den Verbindungen *1*, *2* und *3*, *4* mittels eines dritten Stiftenpaares auch noch einen dritten Stromweg *5*, *6* herstellt. Infolge dieses Kontaktes gelangt von *b* über l_1, *15*, *5* und *6* in *IV*, l_3, *3* und *4* in *II* und *9* ein Strom in Schluss, der in *II* das Solenoid s'_1 erregt, also die Einziehung des Ankerkerns a'_1 bewirkt, sodass der gegen den unteren Arm der Klinke n_1 stossende Keil v_1 die Hemmung der Scheibe x_1 bei i_1 löst und die letztere durch die Feder f_2 in ihre Ruhelage zurückgeführt wird. Demgemäss geht auch der Stiftenarm des Winkelhebels h_1 wieder hoch und die Stromwege *1*, *2* und *3*, *4* hören in *II* auf. Nach diesen Stromunterbrechungun hat also die ganze Signalvorrichtung nebst dem Streckenstromschliesser in *II* die Lage für *Freie Fahrt* zurückgewonnen. Der Kontakt *3*, *4* ist ersichtlichermassen lediglich zu dem Zwecke da, die zur Rücknahme des Fahrverbotes dienende Stromgebung nur genau so lange andauern zu lassen, als zum Vollzuge dieser Aufgabe tatsächlich geboten erscheint.

In gleicher Weise wie der Zug vom Posten *IV* aus den Posten *II* freimacht, würde dies bei allen weiteren etwa zwischen *III* und *IV* vorhandenen Streckenblockstellen geschehen, derart, dass jeder dieser Posten beim Befahren durch den Zug den hinter ihm liegenden *zweitnächsten* Posten entblockt; d. h. sobald ein Zug die erste Streckenblockstelle erreicht hat, ist er fortlaufend durch je zwei Haltsignale gedeckt. Die Freistellung der Signalvorrichtung an der Ausfahrtsignalstelle *II* erfolgt übrigens bei regelrechter Dienstführung niemals in Wirklichkeit durch den Zug selber, weil der Stationsbeamte in *A* unmittelbar nach dem Zugabgang seine Umschalterkurbel auf *7* zurückbringt und auf diese Weise auch seinerseits die Signalvorrichtung bei *II* durch einen besonderen Stromkreis in die Haltlage bannt, der seitens des Zuges nicht unterbrochen werden kann. Ebensowenig vermag natürlich der Stationsbeamte mit seinem Umschalter das Ausfahrtsignal auf *Freie Fahrt* zu bringen, solange dasselbe nicht durch den zuletzt abgegangenen Zug vom Posten *IV* aus regelrecht entblockt worden ist.

Wenn der bisher verfolgte Zug endlich in der Station *B* einlangt, überfährt er daselbst bei *V* noch einen Stromschliesser, dessen Daumen d_4 aber keine Rückstellvorrichtung besitzt, sondern bei seiner Bestätigung durch die Gleitschiene der Lokomotive einfach nur den Stromweg *5*, *6* herstellt, der einen Strom von *b* über l_1, *16*, 5 und *6* in *V*, l_4 nach *III* und hier über *3*, *4*, s'_2 und *12* gelangen lässt, die Freigabe der Signalvorrichtung bewirkt. Die Aufhebung des Fahrverbotes an der letzten Streckenblockstelle geschieht also auch noch durch den Zug, jedoch erst dann, nachdem er das Einfahrtsignal *IV* hinter sich auf *Halt* gebracht und die Station erreicht hat. Die Erteilung der Erlaubnis zur Einfahrt ist jedoch, wie bereits oben erwähnt wurde, lediglich dem Stationsbeamten in *B* vorbehalten, der zu diesem Behufe die für gewöhnlich auf *18* ruhende, vom Weichenstellwerk in angemessener Abhängigkeit stehende Umschalterkurbel u_2 einen Augenblick lang auf *19* einstellt und dadurch den Strom in s_3 und t_3 unterbricht. In diesem Falle, wie auch bezüglich der Rückstellung des letzten Streckenblockpostens erscheint es nicht mehr notwendig, dass die Leitung l_5 bezw. l_4 den Stromweg *3*, *4* in *IV* bezw. *III* durchläuft, weil die Unterbrechungen sowohl in *IV* als in *V* eben keine länger dauernde, sondern bloss eine vorübergehende ist.

Auf der eingleisigen Industriebahn *Bannstein-Muttershausen*, wo die *Schreiber*sche Zugdeckungseinrichtung angewendet ist, gehen von der freien Strecke zwei Zweiglinien ab, welche durch die auf der Hauptstrecke verkehrenden Züge bei der Einfahrt selbsttätig abgesperrt und bei der Ausfahrt gleichermassen wieder freigegeben werden, während umgekehrt durch die auf den Zweiglinien verkehrenden Züge die beiden Enden der Hauptstrecke durch Haltsignale verschlossen werden. Behufs Durchführung dieses wertvollen Abhängigkeitsverhältnisses sind ganz ungezwungen die Stiftenkontakte bezw. Quecksilbernäpfe in den Stromschliessern an den Einfahrt- und Ausfahrtsignalstellen dazu ausgenützt, stets vier Signale gleichzeitig auf *Halt* zu bringen, wenn ein Zug abgeht oder ebenso diese vier Signale wieder gleichzeitig auf *Freie Fahrt* zurückzustellen, sobald der Zug die Strecke verlässt. Aehnlich wie diese Signalkupplung durchgeführt ist, so liesse sich auf einfach fortlaufenden Eisenbahnstrecken eine entsprechende Vermehrung der Stromschlusstellen in den Kontaktvorrichtungen allenfalls auch ganz leicht zur Durchführung einer elektrischen Vormeldung an Bahnüberwegen oder dergl. oder auch zur Anfügung einer Rückmelde- oder sonstigen Kontrolleinrichtung ausnützen.

Wie die uns vorliegenden Werkzeichnungen für die Einzelteile der geschilderten Einrichtung ersehen lassen, sind dieselben sachgemäss zweckdienlich und kräftig konstruiert. sodass sie auf ein pünkliches, richtiges Arbeiten und einen geringen Unterhaltungsaufwand rechnen lassen. Nichtsdestoweniger besitzt die Gesamteinrichtung in ihrer derzeitigen Anordnung nur einen die Zugsfahrten fördernden, nicht aber einen denselben vollkommen sichernden Karakter, weil die Haltlage der Vorrichtung das Vorhandensein des Stromes erfordert und sich also das Haltsignal beim zufälligen Reissen massgebender Leitungen oder beim Versagen der Elektrizitätsquelle selbsttätig in *Freie Fahrt* umwandeln würde. Für die Verwendung auf Bahnen mit strengeren Betriebsanforderungen müsste sonach die besagte Schaltungsform erst dahin abgeändert werden, dass eine an der Anlage eintretende Störung eben nur das Erscheinen eines aussergewöhnlichen oder das Festhalten des ordnungsgemässen Haltsignals, niemals jedoch ein falsches Freifahrtsignal zur Folge haben kann.

IX. *Vorrichtung zur Bekämpfung des Glatteises auf elektrischen Eisenbahnen mit Dreischienenbetrieb.*

Der bei den elektrischen Leichtbahnen höherer Ordnung in der Regel als Stromzuführung benützte dritte Schienenstrang kann hinsichtlich der Stromabgabe, wie unliebsame Wintererfahrungen wiederholt gezeigt haben, bei gewissen ungünstigen Witterungsverhältnissen zu ernsthaften Störungen Anlass geben. Wenn nämlich die Erdoberfläche durch längere, schwere Fröste stark abgekältet ist und inzwischen in höheren Luftschichten wärmere Strömungen feuchte Niederschläge hervorrufen, so überziehen diese, sobald sie auf die erwähnte



„*dritte Schiene*“ gelangen, deren Oberfläche mit einer glasharten Eisschichte, die bei längerer Fortdauer desselben Witterungsverhältnisses an Dicke stetig zunimmt. So lange die Eiskroste der stromzuführenden Schiene ganz dünn ist, d. h. lediglich eine zarte Haut bildet, sind die hierdurch entstehenden Uebergangswiderstände allerdings im Gesamtbetriebe bereits fühlbar, aber zumeist noch nicht störend, weil gewöhnlich die Stromabnehmer, wenn die Gleitschuhe zweckmässig angeordnet sind und genügendes Gewicht besitzen, hinreichen, das Eis abzustreifen. Wird das Glatteis stärker, so stossen es die Gleitschuhe der Stromabnehmer wohl auch zum Teile ab, allein die hierbei auftretenden grossen Widerstände verursachen unausgesetzt das Auftreten starker Lichtbogen und ziehen als weitere Folge davon Materialgefährdungen und Kraftverluste nach sich. welche schliesslich eine den Zugverkehr unsicher oder überhaupt unmöglich machende Steigerung erfahren können.

Solche Störungen sind schon in früheren Jahren beispielsweise auf den Stadtbahnen in *Chicago*, *Boston*, *Brooklyn*, *Liverpool* u. a. beobachtet worden und Mitte Dezember verflossenen Jahres namentlich auf der New Yorker Hochbahn lästig zu Tage getreten. Die Eigentümerin der letztgenannten Metropolitanbahn, die „*Manhattan-Company*“, hatte es nämlich versäumt, sich die älteren Erfahrungen zu Nutzen zu machen, d. h. ihre Linien bezw. ihren Wagenpark mit angemessenen Abwehrmitteln zu versehen, und ihre Versuche, dem Glatteisübel erst dann, als es bereits eingetreten war, dadurch abzuhelfen, dass man Leute ausschickte, die den dritten Schienenstrang für die ungehinderte Stromabgabe mittels Kratzeisen und Kehrbesen reinfegen sollten, haben zu ganz ungenügenden, ja geradezu kläglichen Ergebnissen geführt. Mit Rücksicht darauf und — namentlich angetrieben durch die arge Misstimmung des Publikums und der Tagespresse, welch letztere den Vorfall ausserordentlich scharf verurteilte, fand sich die *Manhattan-Company* zur sofortigen Beschaffung von Stahldrahtbürsten bestimmt, welche bestimmt sind, an den Fahrzeugen befestigt zu werden und die Beseitigung der Eiskruste auf der Gleitfläche des stromführenden Schienenstranges selbsttätig zu besorgen.

Nach einem Berichte der Zeitschrift „*Electrical World and Engineer*“ vom 20. Dezember 1902, erhält jeder Treibwagen vor und hinter seinen beiden Stromabnehmern eine durch Druckluft betätigte Kratzbürste von der in Fig. 12 und 13 ersichtlich gemachten Anordnung. Auf jeden Treibwagen entfallen also *vier* und auf den einzelnen Zug, da in

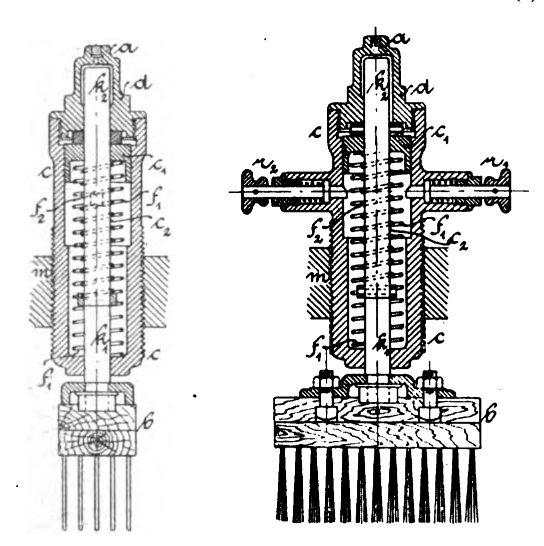


Fig. 12. Fig. 13.

jedem derselben vier Treibwagen eingestellt sind, zusammen sechszehn Kratzbürsten, welche vom Zugführer im Bedarfsfall gleichzeitig in Dienst gesetzt werden können. Jede dieser Vorrichtungen besteht aus der aus Hartholz und Stahldrähten hergestellten Bürste *b*, welche durch Vermittlung eines Bügels und zweier Bolzenschrauben von einer Kolbenstange k_1, k_2 getragen wird. Letztere lagert senkrecht in einem Zylinder *c*, der mittels einer vierkantigen Mutter *m* derart an dem Wagenuntergestelle befestigt ist, dass die Längenachse von *b* genau senkrecht oberhalb der Längenachse des stromzuführenden dritten Schienenstranges zu liegen kommt. An k_1 k_2 sitzt ein zylindrischer Kolbenboden c_1 fest, der sich in den Hohlraum c_2 des Zylinders *c c* auf- und niederbewegen lässt. Eine Spiralfeder f_1 gleicht durch ihre Spannung das Gewicht der Bürste samt der Kolbenstange soweit aus, dass diese in der gezeichneten, hochgehobenen Lage festgehalten bleibt, wobei der untere Bürstenrand einige Millimeter höher liegt, als die Oberkante der Stromzuführungsschiene, und also der erstere die letztere nicht berühren kann. Es ist dies die gewönliche Ruhelage der Bürste, so lange sie nicht wegen Glatteisbildung in Dienst gesetzt wird.

An jede Bürstenhülse schliesst oben bei einer Bohrung *a* des Zylinderdeckels *d* ein Luftleitungsröhrchen an, das in ein längs des ganzen Zuges geführtes und am Zugsende abgeschlossenes Leitungsrohr mündet. Letzteres steht im Führerstande des ersten Treibwagens durch einen Hahn — je nach Einstellung desselben — entweder mit dem Vorratsbehälter für die Druckluftbremse oder mit der freien Luft in Verbindung, welche Lage natürlich die gewöhnliche ist und der in Fig. 12 u. 13 gekennzeichneten Grundstellung entspricht. Will der Zugführer die Kratzbürsten zur Anwendung bringen, so stellt er durch Umlegen des besagten Hahnes den Weg zur Pressluft her, welche nunmehr auf k_2 drückt und nach geringem Zurückweichen der Kolbenstange auf den Kolbenbock c_1 einwirken kann. Infolge des einseitigen Ueberdruckes in c_2 geht c_1 samt der Kolbenstange so weit niederwärts, als es der Absatz im Hohlzylinder c_2 gestattet, wonach sich von rechts und links die federnden Riegel r_1 und r_2 (Fg. 13) schieben und den Rückgang des Kolbens verwehren, wenn auch der Zugführer, um nicht überflüssig Druckluft zu verbrauchen, den Anlasshahn wieder in die Ruhelage zurückstellt. Durch den Niedergang des Kolbens k_1 k_2 wird die Bürste *b* kräftig auf die Stromleitungsschiene gepresst, somit in eine Lage gebracht, bei der sie scharf scheuernd auf die Gleitfläche einwirken und die Beseitigung des Eisüberzuges bewerkstelligen kann. Bis diese Tätigkeit der Kratzbürsten nicht mehr nötig ist, werden dieselben mit der Hand, nämlich durch einfaches gleichzeitiges Zurückziehen der Riegelknöpfe r_1 und r_2 wieder losgelassen, indem dann die verdichtete Luft im unteren Teil von c_2, ferner die Spiralfeder f_1 und überdem noch eine zweite solche Feder f_2 gemeinsam den Kolbenboden nebst der Kolbenstange und der Bürste in die Ruhelage hochheben.

Nach älteren Erfahrungen weiss man jedoch, dass die geschilderten selbsttätigen Kratzbürsten nur in leichteren Fällen, nämlich nur dann ihrer Aufgabe vollkommen gerecht zu werden vermögen, wenn das Glatteis nicht zu glasartig hart und namentlich nicht zu fest an der Stromleitungsschiene haftet. Aus diesem Grunde hat die *Manhattan-Company* für New-York nebst den geschilderten, pneumatischen Bürsten auch noch zehn besondere *Spritzvorrichtungen* angeschafft, nachdem es mehrseits beobachtet und praktisch festgestellt worden ist, dass auf der Stromführungsschiene ein wiederholtes Befeuchten derselben mit Oel oder mit Salzwasser oder auch nur mit Meerwasser die Glatteisbildung teils verzögert, mindestens aber derart beeinflusst, dass die Eiskrusten nicht so gleichartig dicht werden und sich nicht so fest mit der Schiene verkitten können, als es ohne dieser Vorbeugemassregel vorkommt. Eine solche *Spritzvorrichtung* besteht im wesentlichen aus einem mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllten, luftdicht abgeschlossenen Behälter, der von den Zügen mitgeführt und zu dem Ende auf einem der Fahrzeuge, sei es im Führerstande, sei es an einer äusseren Wagenwand, angebracht wird. Das trichterförmige Bodenstück des Gefässes trägt zu unters ein oder mehrere haardünne Ausflussröhrchen, welche genau oberhalb der Stromzuführungsschiene liegen. Im Deckel des Behälters mündet eine Luftleitung, durch welche, ähnlich wie bei den Kratzbürstenvorrichtungen, Pressluft eingelassen werden kann, deren Druck das gleichmässige Austreten der Flüssigkeit durch die Haarröhrchen, d. h. ein stetes Bespritzen der stromleitenden Schiene bewirkt.

Durch das Zusammenwirken dieser beiden Mittel, nämlich der Spritzvorrichtungen und der selbsttätigen Kratzbürsten hofft man mit Zuversicht die Glatteisfährlichkeiten unter allen Verhältnissen in New-York so weit bekämpfen zu können, dass ähnliche, gröbliche Verkehrsstörungen, wie diejenigen, welche zur Beschaffung den Anlass gegeben haben, für künftighin nicht mehr zu fürchten stehen.

Kleinere Mitteilungen.

Kabeldampfer „Stephan."

Ein eigenartiges Spezialschiff, das erste seiner Art in Deutschland erstandene, ist vor kurzer Zeit seiner Bestimmung übergeben. Die Werft des „Vulkan" in Stettin hat für die *Norddeutschen Seekabelwerke* in Nordenham a. d. Weser einen Kabeldampfer erbaut, der bei der Taufe vor dem Stapellauf den Namen „Stephan" erhielt.

Sowohl in schiff- wie maschinenbaulicher Hinsicht verdient dieses Schiff besondere Beachtung. Die vier wasserdichten, zylindrischen Tanks, die über die ganze Höhe des Schiffsinneren reichen, und in denen der Dampfer 5000 t Tiefsee- und Küstenkabel aufzunehmen vermag, haben von hinten nach vorn gerechnet Durchmesser von 11,20 m, 13,00 m, 13,20 m und 11,00 m und bilden grosse Räume, durch die kein Längs- oder Querverband geführt werden durfte. Es waren daher erhebliche Schwierigkeiten zur Erhaltung der für die Festigkeit nötigen Verbände zu überwinden. Ebenso stellten die mannigfaltigen Sondereinrichtungen am Schiff selbst sowie bei den Haupt- und Hilfsmaschinen für das Kabellegen und -Heben hohe Anforderungen an die Erbauerin. Von den zahlreichen Spezialmaschinen seien die beiden Kabelmaschinen hervorgehoben, von denen die vorne auf dem Hauptdeck stehende und über das Spardeck hinausragende Maschine zur Einnahme und Reparatur alter, im Betriebe stehender Kabel verwandt wird, während die hinten auf dem Spardeck angeordnete Kabelmaschine lediglich zum Legen neuer Kabel dient. Zum Aufnehmen von Kabeln ist das obere Ende des löffelförmigen, weitausfallenden Schiffbuges mit drei Kabelscheiben ausgerüstet, während das Heck nur eine solche Scheibe trägt, über die die zu legenden Kabel geleitet werden. Die aus Stahlguss bestehenden Kabelscheiben sind so montiert, dass sie auf den zugehörigen, festgelagerten Wellen laufen und jede Scheibe für sich ausgewechselt werden kann. Zwischen den einzelnen Scheiben sind gusseiserne Kappen angebracht, um zu verhüten, dass das von den Rollen gleitende Kabel zwischen sie gerät. Von den Kabeltanks werden die Kabel durch Kabelösen, -Leitungen und -Leitrollen zu diesen Rollen geführt. Zur Bestimmung der Spannung in den Kabeln dienen 2 Dynamometer, zur Messung der Länge des abgelaufenen Kabels ein Kontrollapparat, der die Länge eines mit dem Kabel gleichzeitig mitablaufenden, dünnen Drahtes misst. Das Kabel wird während des Legens dauernd auf seine Brauchbarkeit unter Leitung eines Kabelingenieurs vom technischen Personal untersucht. Der leitende Ingenieur hat dazu an Bord auf dem Spardeck ein mit den verschiedenartigsten und modernsten Messapparaten ausgestattetes Prüfungszimmer zu seiner Verfügung.

Da das Schiff beim Kabellegen oft längere Zeit auf hoher See bleiben muss, ist auf Wohnlichkeit mehr Bedacht genommen, als auf gewöhnlichen Frachtdampfern. Das kommt sowohl in den verhältnismässig hohen, luftigen Kabinen und Messen, wie in den Einrichtungen für die Unterbringung und Frischhaltung des Proviants u. a. m. zum Ausdruck.

Das Schiff erhält ausgedehnte elektrische Innenbeleuchtung, elektrische Signallaternen und einen grossen Scheinwerfer. Den elektrischen Strom dazu liefern zwei im Maschinenraum aufgestellte Dynamomaschinen. Zu der aus 116 Köpfen bestehenden Besatzung gehören mehrere Elektro- und Kabelingenieure, sowie 12 Kabelleute. Von weiteren Sondereinrichtungen an Bord sind noch das ausgedehnte Maschinen- und Steuertelegraphennetz von den beiden Kabelwinden nach den Maschinen und dem Steuerraum, sowie zwei Kabelboote von 9,00 m Länge zu erwähnen.

Im übrigen ist der Kabeldampfer wie alle neueren grösseren Schiffe eingerichtet. Alle Hilfsmaschinen, wie Ankerspille, Steuerapparat, Ladewinden und Verholspille sind durch Dampf betrieben. Das Schiff hat zwei vertikale, dreifache Expansionsmaschinen mit Oberflächenkondensation von zusammen 2400 i. PS, die dem vollbeladenen Schiff eine Geschwindigkeit von 11 $^1/_2$ Knoten erteilen. Ein Doppelkessel und zwei Einfachkessel von zusammen 706 qm Heizfläche liefern den Dampf für die gesamten Haupt- und Hilfsmaschinen.

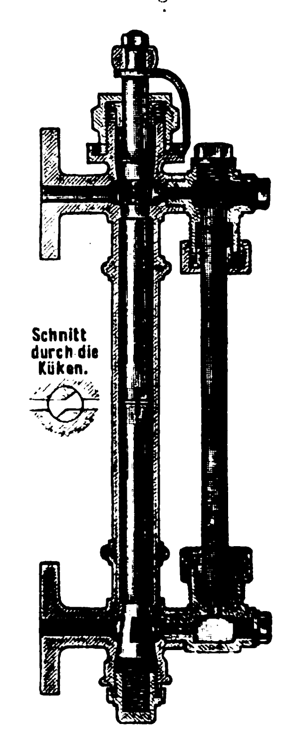
Die Hauptabmessungen des aus bestem deutschen *Siemens-Martin*-Stahl nach den Vorschriften des *Germanischen Lloyds* als Spardeckdampfer gebauten Schiffes sind: „Grösste Länge 125,90 m, grösste Breite 14,63 m, Seitenhöhe bis zum Spardeck 9,99 m, Tiefgang bei voller Beladung 7,49 m."

Die Wasserverdrängung beträgt bei diesem Tiefgang 9850 t im Seewasser, die Vermessung rund 4600 Registertons.

Die *Norddeutschen Seekabelwerke* besitzen bereits einen Kabeldampfer „von Podbielski", der aber erheblich kleiner und in England erbaut worden ist. Die beiden Kabeldampfer werden zunächst das von ihrem Werk hergestellte 2000 km lange, neue deutsch-atlantische Kabel legen.

Ein neuer Wasserstand.

Nach der Chemikerzeitung 1903 No. 1, der wir Nachstehendes entnehmen, soll durch die neue Konstruktion dem Uebelstande abgeholfen werden, welcher in dem so überaus lästigen Tropfen sowohl an den unteren Hahn- oder Ventilköpfen als auch den Ablasshähnen bezw. Ablassventilen an Wasserstandszeigern besteht.



Wie aus nebenstehender Figur ersichtlich, dient zur gleichzeitigen Bewegung der beiden in einem Gehäuse eingeschlossenen Küken für Dampf und Wasser nur ein über dem höchsten Wasserstande angeordneter Handgriff. Die im Querschnitt dargestellte Form der beiden Kükenöffnungen, welche gegeneinander um 180° verstellt sind, ermöglicht es, die Dampf- und Wasserwege zugleich oder einzeln zu öffnen und zu schliessen, um also den Wasserstand in oder ausser Betrieb zu setzen, sowie um prüfen zu können, ob der Dampf- bezw. Wasserkanal ungestört mit dem Kessel kommuniziert. Die hierzu erforderlichen 4 Hahnstellungen sind durch Marken an der Skala weithin kenntlich gemacht und durch einen mit dem Handgriff verbundenen Zeiger sicher zu erzielen. Die Verbindung der beiden Küken durch eine geteilte Stange ermöglicht das Ausdehnen derselben im Gehäuse. Durch den unter Vermeidung von Stopfbüchsen erzielten dichten Abschluss des Wasserhahnes nach aussen hin, sowie durch die Anordnung des Ablassventiles für das Glasrohr am oberen Glaskopf, also über dem höchsten Wasserstande, wird Tropfen ganz unmöglich gemacht und dadurch ein reinlicher Betrieb, sowie dauernd ungestörtes Funktionieren des Apparates erzielt. Der Apparat ist von der *Rather Armaturenfabrik und Metallgiesserei* in Rath-Düsseldorf seit nahezu einem Jahre mit gutem Erfolge ausgeprobt. *Hcp.*

Ein Dampfkochkessel mit liegendem Rührwerk.*)

wird in der Chemikerzeitung 1903 No. 6 beschrieben. Bei den bisher für Kochkessel, Abdampfpfannen, Vakuumapparate u. s. w. gebräuchlichen Rührwerken sind die in den Kessel eintauchenden Flügel, Arme, Rührer an einer in der Achse des runden Kessels liegenden Welle angebracht. Hierdurch gerät beim Drehen des Rührwerkes der ganze mehr oder weniger flüssige Inhalt des Kessels in eine kreisende Bewegung. Um jedoch das meist zu geringe Durcheinanderbringen der flüssigen Massen zu erhöhen, hat man sich genötigt gesehen, noch eine Anzahl Vorrichtungen, wie feststehende Gegenarme, Rührflügel mit entgegengesetzter Drehrichtung u. s. w. anzubringen. Hierdurch wird jedoch die Handhabung, Reinigung und Instandhaltung des Apparates entschieden erschwert. Diese Uebelstände will der neue Kochkessel mit liegendem Rührer vermeiden. Der Kessel selbst hat halbkugelförmigen Innenboden und einen Dampfmantel. Die Zuleitung des Dampfes und die Ableitung des Niederschlagwassers geschieht durch biegsame Metallrohre, deren fester Anschluss am Gestell befestigt ist. Die Welle des Rührers, welche durch leicht zugängliche Stopfbüche abgedichtet wird, durchdringt den Kessel in der Achse der Halbkugel. Die Gestaltung der Rührflügel ist eine derartige, dass sowohl die geheizte Bodenfläche vollständig bestrichen wird und auch solche Teile des Inhaltes, welche sich am Boden absetzen wollen, aufgerührt werden. Dieser Kochkessel mit liegendem Rührwerk, welcher übrigens auch als Vakuumverdampfapparat gebaut werden kann, eignet sich zum Einkochen von Extrakten, zum Auflösen und Ankochen von Stärke, Farbestoffen, zum Abdampfen von chemischen Produkten aller Art, überhaupt für alle jene Fälle, bei welchen beim Kochen oder Erhitzen das Anhaften der Massen an den geheizten Wandungen vermieden und durch Bewegung die Verdampfung gesteigert werden soll.

Hcp.

*) Von der Firma *Gustav Crist & Co.* in Berlin zum Patent angemeldet.



Dampfspritze mit Antrieb durch Kohlensäure und Spiritusfeuerung.

Eine Beschreibung dieser nach Angaben des Branddirektors *Reichel* für Spiritusfeuerung umgebauten Automobildampfspritze findet sich in der Zeitschrift für Spiritusindustrie XXVI. Jahrg. No. 2. Die hier in Betracht kommende Dampfspritze sollte nach der ursprünglichen Vorschrift in der Feuerwache jederzeit betriebsbereit gehalten werden durch Erzeugung eines Dampfdruckes von 4 Atmosphären mittels eines Gasbrenners und durch Anwendung einer Petroleumfeuerung. Die Petroleumfeuerung erwies sich jedoch infolge einer Anzahl Mängel, wie leichtes Erlöschen bei nicht genügender Luftzufuhr, starkes Geräusch u. s. w., für die vorliegenden Zwecke als ungeeignet. Diesen Uebelständen hat nun *Reichel* dadurch abzuhelfen gesucht, dass er den Antrieb der Dampfspritze, wie folgt, mittels Kohlensäure und Spiritusfeuerung bewirkte. Das Kesselwasser wird durch einen kleinen Gasbrenner dauernd auf etwa 100° C. erhalten. Bei erfolgtem Alarm wird Kohlensäuredruck auf den Kessel gegeben, aus 3 Flaschen von je 10 kg Inhalt, die an dem Wagen angebracht sind. Ein Kupferkessel von 35 Liter Inhalt, mit einer kleinen, 1 kg fassenden Flasche Kohlensäure verbunden, enthält den zur Feuerung erforderlichen Spiritus, dessen Druck durch ein an der Flasche angebrachtes Reduzierventil gleichmässig auf 5 Atmosphären gehalten wird. Verfeuert wird der Spiritus aus 2 *Körting*schen Streudüsen von $^1/_2$ mm Streuöffnung und bezw. 110° Streuwinkel, die beide für sich durch Hähne abstellbar sind und durch einen Griff aus dem Feuerungsraume entfernt werden können. Der Spiritus entzündet sich in der Feuerung selbsttätig an dem in dem Feuerungsraum befindlichen Gasbrenner, der alsdann aus dem Feuerungsraume herausgenommen wird. Mit dieser Einrichtung lässt sich die Dampfspannung bei stillstehender Spritze in 5 Minuten auf 5 Atmosphären bringen, und beim Fahren wird dann die zum Betrieb erforderliche Dampfspannung in 10 Minuten erreicht. Ueber die Betriebskosten dieser Automobildampfspritze teilt *Reichel* mit, dass für eine einstündige Fahrt, welche grosse Zeitdauer jedoch nur in den wenigsten Fällen erforderlich sein dürfte, etwa 24 kg Kohlensäure, 20 Liter Spiritus und 10 kg Glühstoff gebraucht werden. Unter Zugrundelegung der Einheitspreise für die vorbezeichneten Stoffe von 0,35 bezw. 0,165 und 0,18 Mk. berechnen sich die Kosten für die Fahrt demnach auf 13,50 Mk. Nimmt man ferner an, dass die Dampfspritze in einer Stadt wie Hannover ungefähr 80 mal im Jahre ausrücken muss, so stellen sich die jährlichen Betriebsunkosten auf etwa 1080 Mk., während die Jahresausgaben für die Unterhaltung der Pferdebespannung einer Dampfspritze f. d. Jahr 4000 Mk. betragen. Es ist daher dieser Betrieb in wirtschaftlicher Beziehung als sehr vorteilhaft zu bezeichnen. *Hcp.*

Die Verwendung von Tobinbronze-Platten im Schiffbau.

Die Amerikaner haben bei den beiden letzten grossen, siegreichen Segeljachten „Columbia“ und „Constitution“, die sie für den historischen Kampf um den Amerika-Pokal gebaut haben, mit der Verwendung von Tobinbronzeplatten als Aussenhaut so günstige Erfahrungen gemacht, dass sie die neue Jacht für das diesjährige Wettsegeln gegen den englischen Gegner wieder mit einer solchen Aussenhaut von 9,5 mm Dicke herstellen. Der Vorzug der Tobinbronze gegenüber Stahl besteht lediglich in der grösseren Glätte der Oberfläche, wodurch der Reibungswiderstand derselben im Wasser wesentlich vermindert wird. Da die Bronze aber schwerer ist als Stahl, werden die Spanten und sonstigen Verbandsteile aus Nickelstahl angefertigt.

Parsons Turbine in der deutschen Marine.

Die in Berlin zur Verwertung von *Parsons* Turbinen für Schiffszwecke gegründete Gesellschaft „*Turbinie, deutsche Parsons Marine A.-G.*“ veröffentlicht in der Tagespresse die Nachricht, dass sie von *Schichau* in Elbing und dem „Vulkan“ in Stettin Aufträge für zwei grosse Turbinenanlagen zum Betrieb von Schiffen erhalten hat. Die eine Turbinenanlage von 5000 i. PS ist für ein Boot der bei *Schichau* im Bau befindlichen Reihe grosser Torpedoboote bestimmt, die andere mit einer Leistung von 10000 i. PS für den vom „Vulkan“ zu erbauenden kleinen Kreuzer „Ersatz Merkur.“ Es sind dieses die ersten Schiffe unserer Kriegsmarine, die statt der bisher allgemein gebräuchlichen Kolbenmaschinen Dampfturbinen als Betriebsmaschinen erhalten.

Nach den zum grössten Teil guten Ergebnissen, die mit den *Parsons*-Turbinen in England und Frankreich im Schiffbau und in den meisten Kulturstaaten auf verschiedenen Gebieten der Technik erzielt worden sind, darf man sich von dem Versuch — als einen solchen muss man wohl immer noch die Anwendung der Dampfturbine im Schiffsmaschinenbau bezeichnen — Erfolg versprechen. Hoffentlich werden dann später endlich einwandfreie Angaben über den Kohlenverbrauch der Dampfturbinen als Schiffsbetriebsmaschinen bekannt; auf die Veröffentlichungen englischer Blätter hierüber durfte man sich nicht verlassen, da sie mehr oder weniger gefärbte Berichte brachten.

Der Lichtpausapparat von Dietzgen & Cie.

In der Revue industrielle wird ein Apparat zum Kopieren von Blaupausen System *Dietzgen & Cie.* beschrieben, welcher bezweckt, das Tageslicht für diese Art der Vervielfältigung vollständig entbehrlich zu machen. Der Apparat besteht im wesentlichen aus einem Zylinder, welcher aus zwei Halbzylindern von Glas zusammengesetzt ist. Der Zylinder ist um eine zur Zylinderachse senkrechte, durch den Schwerpunkt gehende Achse drehbar, so dass er leicht wagerecht und senkrecht gestellt werden kann.

In der wagerechten Stellung wird nun zunächst die zu kopierende Zeichnung aussen um den oberen Halbzylinder gelegt, darauf das lichtempfindliche Papier und beides wird nun durch eine längs der Erzeugenden des Zylinders befestigte Leinewand fest an die Zylinderwand angepresst; hierauf wird der Zylinder um 180° gedreht und die andere Zylinderhälfte in derselben Weise belegt. Nachdem der Zylinder nun senkrecht gestellt worden ist, wird mittels eines kleinen Elektromotors eine Bogenlampe, die genau über der Verlängerung der Zylinderachse hängt, herabgelassen und mit mässiger Geschwindigkeit durch den Zylinder längs seiner Achse hindurchgeführt. Wenn die Lampe wieder ihren alten Stand erreicht hat, verlöscht sie und die Belichtung ist beendet.

Nimmt die Zeichnung nicht die ganze Höhe der Zylinderfläche ein, so kann der Gang der Lampe zur Zeitersparnis so eingestellt werden, dass sie nur den von der Zeichnung bedeckten Teil der Fläche bestreicht.

Der Konstrukteur ist der Meinung, dass die mit diesem Apparat durch Zeitersparnis gewonnenen Vorteile die Anschaffung desselben bald bezahlt machen. *Dr. K.*

Bücherschau.

Das Eisenbahngeleise, dessen Inanspruchnahme, Bau, Unterhaltung und Erneuerung. Von *Hugo Markgraff.* Verlag des Bayerischen Verkehrsbeamtenvereins. München 1902.

Unter den vielen trefflichen Arbeiten, die namentlich in den letzten Jahren über Eisenbahnoberbau veröffentlicht worden sind, zählt die vorliegende Schrift, um es kurz zu sagen, mit zu den besten. Klare, fassliche Darstellung, fliessende Sprache, ungezwungene, glattineinandergreifende Anordnung des Stoffes, das sind die Vorzüge dieser aus den *bayerischen Verkehrsheften für Fortbildung im Verkehrsdienste* entstammenden Abhandlung, welche trotz ihrer gedrängten Form (93 Druckseiten mit 66 Abbildungen im Texte) alle irgendwie wichtigen Fragen mit den sich daran knüpfenden, neuesten Erfahrungen und Ideen der sachgemässen Besprechung unterzieht und vollauf geeignet ist, ihrer didaktischen Aufgabe gerecht zu werden. Unsere beifälligste Zustimmung müssen wir aber dem Schlussworte zollen, wo der Verfasser dem so häufig über alles Ziel hinausschiessenden Drängen der sportlustigen Jetztzeit hinsichtlich erhöhter Fahrgeschwindigkeiten in wenigen schlichten Worten seine Prognose stellt. In der Tat — für einzelne besonders nervenstarke oder sportsfreudige Reisende mag es sicherlich nicht ohne Reiz sein, sich wie ein Rohrpostpacketchen durch die Welt pusten zu lassen, als ernsthaftes Weltverkehrsmittel jedoch, das der Menschheit wirklich zum Vorteil und Segen gereicht, werden sich die hierbei in Betracht kommenden Anlagen wohl kaum je in dem Masse zu entwickeln vermögen, als es zur Zeit von manchen optimistischen Kreisen erträumt wird. *L. K.*

Grundzüge der Gleichstromtechnik. Eine gemeinfassliche Darstellung der Grundlagen der Starkstromelektrotechnik für Ingenieure, Architekten, Industrielle, Militärs, Techniker und Studierende. Von Dr. phil. und Professor *Richard Rühlman.* Mit über 400 Abbildungen. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Leipzig, 1901. Oskar Leiner.

Wie in der Vorrede hervorgehoben wurde, ist dieses Werk vorzugsweise für diejenigen bestimmt, denen es darum zu tun ist, über den behandelten Gegenstand eine über die populären Darstellungen hinaus reichende Einsicht zu gewinnen und die nicht

die Zeit haben, viele Monate auf das anstrengende Studium umfänglicher, eingehende Kenntnis der höheren Mathematik voraussetzender Werke zu verwenden. Um dieses Ziel zu erreichen, müsste den Erläuterungen und Definitionen ein viel breiterer Raum gewidmet werden, als dies bei Voraussetzung eingehenderer Vorkenntnisse erforderlich gewesen wäre. Aber gerade dies ist als der grösste Vorzug dieses Werkes zu betrachten, weil hierdurch der Leser in leichter und einfacher Weise in das behandelte Gebiet eingeführt wird und bei nur einiger sorgfältiger Durcharbeitung kein Stocken in der Aufnahme der folgenden Teile eintreten kann. Der Leser bezw. der Belehrung erstrebende wird hierdurch angeregt, das einmal Erfasste auch zu ergänzen, während er andererseits, wenn er, wie dies leider allzuoft der Fall ist, auf ein unüberwindbares Hindernis stösst, sehr leicht dazu verleitet wird, das Studium gänzlich aufzugeben. Der Umstand, dass durch die gediegene Darstellung die Aufnahme des gegebenen Stoffes vereinfacht wird, schliesst jedoch die Gründlichkeit in keiner Weise aus. Die Gründlichkeit ist eben mit die Ursache der leichten Verständlichkeit, indem nichts vorausgesetzt und an Vorkenntnissen nichts weiter erfordert wird, als was jede Mittelschule bietet. Diese Vorzüge der Darstellung haben dem Werke demnach auch zu einer zweiten Auflage verholfen, welcher wohl baldigst eine Dritte folgen wird, da dasselbe jedermann, welcher sich über das einschlägige Gebiet, ohne allzusehr ins Einzelne einzugehen, gründliche Aufklärung schaffen will, nur wärmstens empfohlen werden kann.

A. P.

Lehrhefte für Gewerbeschulen, I. Das bürgerliche Wohnhaus. Von *Georg Zitelmann.* Ein Heft Text und eine Mappe Abbildungen. Wiesbaden. Heinrich Heuss.

Diese Arbeit über das bürgerliche Wohnhaus besteht aus einem Heftchen von 50 Seiten und aus zahlreichen Tafeln mit zusammen 175 Abbildungen, die sich fast sämtlich als Grundrisse von Gebäuden oder Gebäudeteilen darstellen. Was den Text anbetrifft, so ist dieser eine knappe Zusammenstellung von Merksätzen, Begriffsbestimmungen und Vorschriften, und vielleicht etwas zu schematisch gehalten. Die einzelnen Abschnitte des Buches sind augenscheinlich dazu bestimmt, vom Lehrer eingehend erläutert und besprochen zu werden, dürften dann aber jedenfalls mehr Stoff enthalten, als der Lehrer in der zur Verfügung stehenden Zeit bewältigen kann. Anderenfalls wird letzterer sich leicht dazu verleiten lassen, die Abschnitte des Buches zum Auswendiglernen aufzugeben und damit durch Einprägung von totem Material mehr Schaden als Nutzen anzurichten.

Was die Tafeln anbetrifft, so fällt hier einerseits der kleine Masstab auf, in dem diese durchgängig gehalten sind, der ja bei einer Sammlung von Beispielen für den Baumeister nicht so schädlich ist, da dieser von vornherein weiss, was er sucht, der aber für den Unterricht nicht zweckmässig sein dürfte. Ausserdem wäre auf jedem Blatte die Angabe des Längenmasstabes für die darauf dargestellten Räume um so erwünschter gewesen, als dieser augenscheinlich sehr häufig wechselt. Es ist ferner auch das fast gänzliche Fehlen von senkrechten Schnitten zu beklagen. Der Schüler sollte stets angehalten werden, alle seine Entwürfe nicht nur im Grundriss, sondern auch im Aufriss darzustellen, um sein Raumgefühl auszubilden und sich stetig klar zu machen, dass er nicht nur für das Reissbrett arbeitet. Aus ähnlichen Gründen wären auch Aussenansichten der dargestellten Gebäude entschieden erforderlich gewesen. Dies alles hätte sich leicht bringen lassen, ohne den Umfang des Buches irgendwie zu vergrössern, da die Menge des beigebrachten Materials an Grundrissen verwirrend gross ist und eine Verminderung leicht vertragen hätte. *Rauter.*

Eingesandt.

V. Internationaler Kongress für angewandte Chemie.

Berlin 1903, 2.—8. Juni.

In wenigen Tagen tritt, zum ersten Mal auf deutschem Boden, der Internationale Kongress für angewandte Chemie in der deutschen Reichshauptstadt zusammen. Der Tagungsort ist das Reichstagsgebäude. Haben bereits die vorhergegangenen Kongresse dieser Art durch die stets gesteigerte Beteiligung ihre Notwendigkeit und praktische Bedeutung erwiesen, so ist aus der Zahl der schon jetzt für den Berliner Kongress vorliegenden Anmeldungen von Teilnehmern aller Kulturländer ein glanzvoller Verlauf dieses Unternehmens zu ersehen. Nahezu 1500 Teilnehmer und 250 Damen haben ihre Anmeldung angezeigt, und nicht weniger als 350 Vorträge, darunter viele von internationaler Bedeutung, stehen heute schon auf der Tagesordnung der in 11 Sektionen und 3 Subsektionen erfolgenden wissenschaftlichen Beratungen.

Die Regierungen aller europäischen und auch mancher aussereuropäischen Staaten haben auf die durch das Auswärtige Amt übermittelte Einladung die Entsendung offizieller Delegierter verfügt.

Der Kongress wird durch einen zwanglosen Begrüssungsabend am Dienstag, den 2. Juni im Reichstagsgebäude eröffnet werden. Der Präsident des Kongresses, Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr. *Otto N. Witt*, wird die anwesenden Kongressteilnehmer durch eine Ansprache begrüssen.

Am Mittwoch, den 3. und am Freitag, den 5. Juni vormittags, sowie am Montag, den 8. Juni nachmittags werden die Plenarversammlungen abgehalten werden. Die erste dieser Plenarversammlungen wird nur durch die offiziellen Begrüssungsansprachen ausgefüllt sein. In der zweiten Plenarversammlung werden wissenschaftliche Vorträge zusammenfassenden Inhaltes von den bedeutendsten Forschern Amerikas, Belgiens, Deutschlands, Englands und Frankreichs gehalten werden, an welche hierzu besondere Einladungen seitens des Organisationskomitees ergangen sind. So wird *H. W. Wiley* aus Washington ein agrikulturchemisches Thema behandeln, der berühmte Grossindustrielle *Ernest Solvay*, der Begründer der Ammoniak-Soda-Industrie, wird über die Entwicklung dieser jetzt 40 Jahre alten Industrie sprechen, *Henri Moissan* aus Paris über Metallhydrüre, *William Crooke* aus London über das Radium, Geheimrat *Emil Fischer* über seine neueren Untersuchungen über die Eiweisskörper, Geheimrat *C. Engler* aus Karlsruhe über Autooxydation und Professor *van 't Hoff* über die Bildung der natürlichen Salzablagerungen. Diese Plenarsitzung wird durch eine längere Pause unterbrochen werden.

In der dritten Plenarsitzung werden die geschäftlichen Angelegenheiten des Kongresses erledigt.

An festlichen Veranstaltungen werden geboten am Mittwoch ein Festbankett für 1200 Teilnehmer, Damen und Herren, im Zoologischen Garten, am Donnerstag Empfang durch die Städtischen Behörden im Rathause und Festkommers in der Philharmonie, am Freitag Festvorstellung im Königlichen Opernhause und Gartenfest der deutschen Gesellschaft, am Sonntag Ausflug nach Wannsee für 1500 Teilnehmer.

Für den Sonnabend sind die Empfänge in Privathäusern vorgesehen.

Ein Damenkomitee wird für die anwesenden auswärtigen Damen sorgen. Für diese sind, ausser der Beteiligung an den vorstehend genannten Veranstaltungen, mit Ausnahme des Empfanges im Rathause, zu dem nur Herren zugelassen sind, besondere Veranstaltungen in Vorbereitung.

Bei genügender Beteiligung werden am Dienstag, den 9. Juni, die Heilstätten in Beelitz besichtigt werden.

Ein täglich erscheinendes Kongress-Tageblatt wird alle für die Kongressteilnehmer erforderlichen Informationen enthalten.

Das Kongressbureau, welches ebenso wie das Bureau *Stangen*, während der Tagung des Kongresses im Reichstagsgebäude untergebracht sein wird, befindet sich zur Zeit in Charlottenburg, Marchstrasse 21.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 23. **Berlin, 6. Juni 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 21 d. Bd.)

D. Wasserrohrkessel.

Die Konstruktion der Wasserrohrkessel ist eine ausserordentlich mannigfaltige. So einfach auf den ersten Blick die Aufgabe des Kesselkonstrukteurs ist, eine wirksame Heizfläche durch zweckmässige Gruppierung einzelner Rohre herzustellen, so verschieden sind die Lösungen dieser Aufgabe.

Obwohl sich für ortsfeste Dampfkesselanlagen bereits gewisse erprobte Konstruktionen als endgiltige Typen auszubilden scheinen, schafft der Erfindergeist doch fortwährend neue Formen, von denen freilich die meisten ausser einer oft absonderlichen Formgebung und Gruppierung der Rohre nichts aufweisen, was irgend von Bedeutung wäre.

Besonders zahlreiche Neuerungen tauchen aber auf dem Gebiete der Schiffs-Wasserrohrkessel auf, weil hier bezüglich der Raumausnutzung, des geringen Eigengewichtes und der Unempfindlichkeit gegenüber plötzlichen Temperaturschwankungen viel höhere Anforderungen als bei den Landkesseln gestellt werden und es infolgedessen auch viel schwerer ist, eine allen Bedingungen genügend entsprechende Konstruktion zu schaffen.

Die Einteilung der Wasserrohrkessel kann nach der Form, der Lage und Gruppierung der Rohre und nach der Art der Verbindung der Rohre untereinander getroffen werden. Man könnte hiernach zunächst Kessel mit geraden und Kessel mit gebogenen Röhren unterscheiden.

Bei den Kesseln mit geraden Röhren können entweder einfache Röhren oder auch Doppelröhren nach Art der Fieldröhren verwendet werden. Die Lage der Röhren ist mit Rücksicht auf die Erzielung eines lebhaften Wasserumlaufes meistens etwas gegen die Horizontale geneigt oder auch vollständig vertikal.

Die Verbindung der Röhren untereinander erfolgt entweder in besonderen Wasserkammern, von denen bei einfachen Röhren gewöhnlich zwei — je eine an den beiden Enden — bei Doppelröhren dagegen gewöhnlich nur eine vorhanden ist, oder durch Krümmer bezw. Kappen, welche dann gewöhnlich nur zwei Röhren miteinander verbinden. Manchmal werden auch die sämtlichen Röhren einer vertikalen oder auch einer horizontalen Rohrreihe miteinander verbunden.

Die Art der Verbindung beeinflusst hauptsächlich die Wasserbewegung, den Feuchtigkeitsgehalt des Dampfes, die Unempfindlichkeit gegenüber Temperaturschwankungen der Heizgase und die Auswechselbarkeit der Rohre.

Kessel mit gebogenen Röhren werden meistens als Schiffskessel gebaut. Die gebogene Form der Rohre gestattet in vielen Fällen eine bessere Anschmiegung an die Schiffsform und eine bessere Gestaltung des Feuerraumes und der Feuerzüge. Ferner können die gebogenen Rohre Formänderungen infolge von Wärmewirkungen sehr gut aufnehmen, sie eignen sich daher für sehr schnelles Anheizen und starken Dampfverbrauch. Trotzdem haben sich aber auch Kessel mit geraden Röhren als Schiffskessel sehr gut bewährt.

Bei den Dampfkesseln mit gebogenen Röhren kann die Einteilung am besten nach der Zahl und Lage der Sammler erfolgen.

Für die Beurteilung der Vor- und Nachteile der Wasserrohrkessel liegt bereits ein umfangreiches Material vor. Dasselbe ist geeignet, einerseits die vielfach zu weit getriebene Wertschätzung der Vorzüge der Wasserrohrkessel auf das richtige Maass zurückzuführen, andererseits aber auch viele Einwände gegen den Wasserrohrkessel zu entkräften. Tatsache ist es, dass trotz der heftigen Gegnerschaft die Verbreitung der Wasserrohrkessel stetig zunimmt, was gewiss nicht allein durch eine lebhafte Reklame, sondern durch wirkliche Vorzüge erklärt werden muss. Besonders bei den Landkesseln, wo die Erfahrungen einer langen Reihe von Jahren zur ununterbrochenen Verbesserung der Konstruktion ausgenutzt werden konnten, sind Systeme entstanden, welche den Grosswasserraumkesseln in gewissen Fällen gleich zu achten oder manchmal sogar vorzuziehen sind. Bei den Schiffskesseln, wo die Erfahrungen noch nicht so reichhaltig, die Anforderungen dagegen besonders hohe sind, befinden sich die Wasserrohrkessel noch im Entwickelungsstadium, doch kann schon jetzt erkannt werden, dass die Zukunft des Schiffskesselbaues im Zeichen der Wasserrohrkessel steht, wozu in erster Linie die noch immer andauernde Steigerung in der Anwendung höherer Dampfspannungen die Veranlassung ist. Für die jetzt allgemein üblichen Dreifachexpansions-Maschinen reicht der schottische Kessel und der Lokomotivkessel gerade noch aus. Mit der beginnenden Einführung der Vierfachexpansions-Maschine steigt aber die Dampfspannung so bedeutend an, dass die notwendige Blechdicke und die Verankerung der schottischen und der Lokomotiv-Kessel ihre Herstellung so erschwert und kostspielig macht, dass die Wasserrohrkessel hierin gewiss eine entscheidende Ueberlegenheit erlangen werden.

Als allgemeine Vorteile der Wasserrohrkessel werden gewöhnlich angeführt:

1. Geringes Gewicht.
2. Geringe Raumbeanspruchung.
3. Geringe Reparaturkosten.
4. Schnelles Anheizen.
5. Guter Wasserumlauf.
6. Gute Wärmeausnützung.
7. Anwendung hoher Dampfspannungen.
8. Geringer Preis.

Als allgemeine Nachteile der Wasserrohrkessel werden gewöhnlich genannt:

1. Die Erzeugung nassen Dampfes.
2. Schwankungen der Dampfspannungen bezw. Ueberkochen bei stark wechselnder Dampfentnahme.
3. Schlechte Verbrennung.
4. Empfindlichkeit gegen schlechtes Speisewasser.

Das geringe Gewicht der Wasserrohrkessel ist die naturgemässe Folge des kleinen Wasserraumes, da das Leergewicht der Wasserrohrkessel nur unbedeutend geringer zu sein pflegt als dasjenige der Grosswasserraumkessel. Bei Landkesseln kommt der Vorteil des geringen Gewichtes in der Regel nur für die Fundamentierungsarbeiten in Frage, ist demnach nur gering; bei Schiffskesseln dagegen kann bei sonst gleicher Leistungfähigkeit — was aber vielfach nicht zutrifft — die Ladefähigkeit des Schiffes in demselben Grade erhöht werden, wie das Kesselgewicht vermindert wird. Da aber das Mindergewicht, wie schon bemerkt, in der Hauptsache durch den kleinen Wasserraum erzielt wird, so sind auch die Nachteile desselben in Rechnung zu ziehen.

An dieser Stelle sei auch ein Vorteil der Wasserrohrkessel erwähnt, der weniger durch das geringe Gesamtgewicht, als durch das geringe Gewicht der einzelnen Konstruktionsteile, aus denen sich der Kessel zusammensetzt, veranlasst wird. Dieser Vorteil besteht in dem erleichterten Transport, der für Gegenden mit wenigen oder schlechten Verkehrswegen nicht zu unterschätzen ist. Für Gebirgsländer und für nicht völlig aufgeschlossene Gebiete, wo als ausschliessliche Transportmittel Lasttiere in Frage kommen, pflegt der Wasserröhrenkessel, besonders derjenige ohne Wasserkammern, der einzig brauchbare zu sein.

Der Vorteil der geringen Raumbeanspruchung ist besonders wichtig für Landkessel, wenn die zur Aufstellung einer Kesselanlage notwendige Bodenfläche sehr schwer oder nur mit hohen Kosten zu beschaffen ist. Aber selbst bei reichlich vorhandener und billiger Bodenfläche wird der Vorteil nicht bedeutungslos sein, da die Kosten des Kesselhauses um so grösser werden, je grösser die bebaute Fläche ist. Dies ist neben der Verwendung hoher Spannungen auch häufig der Grund, warum jetzt für sehr grosse Kesselanlagen vielfach Wasserröhrenkessel bevorzugt werden.

Für Schiffskessel bedeutet die geringere Raumbeanspruchung nur dann einen Vorteil, wenn damit zugleich eine Gewichtsersparnis verbunden ist, da sonst der gewonnene Raum doch nicht als Laderaum ausgenützt werden könnte; es wäre höchstens möglich, etwas bequemere Heizerräume zu schaffen.

Die Reparaturkosten fallen bei Wasserrohrkesseln in der Regel kleiner aus als bei Grosswasserraumkesseln, da sie bei den ersteren meistens durch das Auswechseln schadhaft gewordener Rohre veranlasst werden, diese aber als Massenartikel billig zu liefern und auch bequem einzusetzen sind. Doch darf nicht vergessen werden, dass Wasserrohrkessel viel häufiger reparaturbedürftig werden, als Walzen- oder Flammrohrkessel. Die auf eine längere Betriebszeit bezogenen gesamten Reparaturkosten werden daher in nicht wenigen Fällen bei Wasserrohrkesseln höher ausfallen als bei Walzen- oder Flammrohrkesseln. Die zur Reparatur notwendige Zeit ist bei Wasserrohrkesseln gewöhnlich nicht bedeutend, was sehr erwünscht sein wird, wenn Reservekessel nicht zur Verfügung stehen.

Das schnelle Anheizen der Wasserrohrkessel ist wieder eine Folge des kleinen Wasserraums; doch kommt hierbei auch der gewöhnlich sehr gute Wasserumlauf in Frage. Lokomobilkessel haben vielfach einen ebenso kleinen Wasserraum wie die Wasserrohrkessel: es fehlt ihnen aber eine lebhafte Wasserbewegung. Wird nun die Zeit des Anheizens durch ein kräftiges Feuer abgekürzt, so tritt eine sehr ungleichmässige Erwärmung des Wassers und dadurch eine erhebliche Beanspruchung des Kessels infolge der verschieden starken Ausdehnung der Kesselwandungen auf. Die Folge dieser Beanspruchung sind Leckstellen an den Mantelnietnähten und an den Befestigungsstellen der Siederohre. Es sei in dieser Beziehung noch einmal auf die schon in Heft 2 S. 20 d. Bd. erwähnten Versuche von *C. Bach* verwiesen,[1]) welche recht deutlich den Nachteil einer mangelnden Wasserbewegung der Lokomobilkessel vor Augen führen. Wird auch der Mantel der Lokomobilkessel mitgeheizt, wie dies bei halbstationären Anlagen vielfach zu finden ist, so mögen die Verhältnisse etwas günstiger liegen, doch kann auch hier das Anheizen nicht so gleichmässig erfolgen, wie bei den meisten Wasserrohrkesseln. Ausserdem können bei den letzteren ungleichmässige Erwärmungen der Rohre gewöhnlich nicht so gefährlich werden, da hier meistens eine freie Ausdehnung möglich ist, wie z. B. bei den Kesseln mit krummen Rohren oder denjenigen mit geraden Rohren aber mit nur einer Wasserkammer oder mit Kapselverschlüssen. Die geradrohrigen Kessel mit zwei Wasserkammern sind weniger gut für schnelles Anheizen geeignet, doch bewirkt auch hier die gute Wasserbewegung eine schnelle Wärmeverteilung, so dass grössere Beanspruchungen des Kessels durch ungleichmässige Ausdehnung gewöhnlich vermieden werden können.

Ein von den Fabrikanten der Wasserrohrkessel viel hervorgehobener Vorteil soll die gute Wärmeausnutzung dieser Kessel sein. Es wird hierbei als Erklärung darauf hingewiesen, dass die Rohre die Heizgase in viele Bündel zerteilen, dass die Heizfläche senkrecht von den Heizgasen getroffen wird, sehr dünnwandig ist und leicht von Russ und Flugasche freigehalten werden kann. Dies alles ist zutreffend, nur wird der geringen Wandstärke ein viel zu grosser Einfluss zugeschrieben, während die Zerteilung der Heizgase und die schnelle Wärmeabgabe vielfach zu einer unvollkommenen Verbrennung führt.

Der Widerstand, der sich der Uebertragung der Wärme von den Heizgasen an das Wasser entgegenstellt, kann in drei Teile gegliedert werden: in den Widerstand beim Uebergang von den Heizgasen zum Eisen, in den Widerstand bei der Fortleitung der Wärme im Eisen und in den Widerstand beim Uebergang der Wärme vom Eisen zum Wasser. Die beiden zuletzt genannten Widerstände sind klein gegenüber dem ersten. Es kann daher nicht viel erreicht werden, wenn der an sich geringe Wärmeleitwiderstand des Eisens durch eine geringe Blechdicke noch weiter ermässigt wird. Dagegen bewirkt die Zerteilung des Gasstromes durch die senkrecht getroffenen Wasserröhren eine schnelle Wärmeabgabe, so dass aus diesem Grunde die Heizfläche der Wasserröhrenkessel sehr wirksam ist.

Wenn trotzdem der gesamte Kesselwirkungsgrad der Wasserröhrenkessel in sehr vielen Fällen niedriger als derjenige anderer Kesselsysteme ist, so liegt das in den wenig günstigen Verhältnissen der Feuerungsanlagen.

Die Feuerung muss bei Wasserröhrenkessel als Unter- oder Vorfeuerung gebaut werden, was für hochwertigen Brennstoff in der Regel ungünstig ist. Ferner steigen die Heizgase in den meisten Fällen vom Rost unmittelbar in die Höhe und gelangen an die Heizfläche, bevor noch die Verbrennung vollständig beendet ist. Die rasche Abkühlung verhindert die weitere Verbrennung und bewirkt eine niedrige Temperatur im Feuerraum. Schliesslich wird in den Kesselzügen viel kalte Luft angesaugt, da nur Aussenzüge vorhanden sind. Besonders schädlich sind in dieser Beziehung die seitlichen Reinigungsöffnungen im Mauerwerk, durch welche das Abblasen der Flugasche mittels Dampfstrahles erfolgen soll. Diese Oeffnungen sind zwar durch Türen verschlossen, doch sind letztere fast niemals dicht, da sie gewöhnlich nur aus einem Wellblech im Winkeleisenrahmen bestehen, um leicht ausgehoben werden zu können.

Ungünstige Verdampfungsergebnisse an Wasserrohrkesseln sind daher fast stets auf eine schlecht konstruierte oder mangelhaft unterhaltene Feuerungsanlage zurückzuführen. Wird die letztere dagegen mit Sorgfalt angelegt und gut gewartet, so können auch mit Wasserrohrkesseln sehr gute wirtschaftliche Betriebsergebnisse erzielt werden.

Der wichtigste Vorteil der Wasserrohrkessel besteht jedenfalls in der Anwendbarkeit hoher Dampfspannungen. Es werden zwar auch Walzen- und Flammrohrkessel für Spannungen bis 12 und 13 Atm. gebaut, doch wachsen die Herstellungskosten empfindlich mit der Spannung, während dieselben bei den Wasserrohrkesseln hierdurch weniger beeinflusst werden. Hier sind es hauptsächlich die gewöhnlich prismatischen Wasserkammern, die bei der Herstellung um so grössere Kosten verursachen, je höher die Dampfspannung gewählt wird. Man hat daher auch versucht, diese Wasserkammern durch zylindrische zu ersetzen, um hierdurch die kostspielige Verankerung zu vermeiden. Die krummrohrigen Wasserrohrkessel haben fast ausschliesslich zylindrische Sammler und Wasserkammern.

[1]) Zeitschrift des Ver. d. Ing., 1901, S. 22. *C. Bach* ermittelte, dass bei einem Lokomobilkessel, dessen Mantel nicht mitgeheizt wurde, 135 Minuten nach Beginn des Anheizens der Wärmeunterschied zwischen den oberen und unteren Schichten des Wassers durchschnittlich 141° betrug.

Der geringere Preis der Wasserrohrkessel wird hiernach um so ausschlaggebender sein, je höhere Dampfspannungen zur Verwendung gelangen.

Von den Nachteilen der Wasserrohrkessel wird die Erzeugung nassen Dampfes gewöhnlich in erster Linie genannt. Bei dem langen und komplizierten Wege, den die Dampfbläschen von der Heizfläche bis zum Dampfraum nehmen müssen, und bei der geringen Ausdehnung des Verdampfungsspiegels ist es erklärlich, dass der erzeugte Dampf, insbesondere bei hoher Kesselbelastung, nicht vollständig trocken sein kann; doch herrschen in dieser Beziehung vielfach übertriebene Befürchtungen. Durch die Anwendung genügend grosser Dampfräume in besonderen Oberkesseln und durch die Verwendung von Wasserabscheidern im Dampfraum kann fast immer ein für den Betrieb hinreichend trockener Dampf geliefert werden. Ausserdem lässt sich durch die Anwendung von Ueberhitzern der erwähnte Nachteil vollständig beseitigen. Gestatten die vorliegenden Verhältnisse einer Anlage keine hohe Dampfüberhitzung, so wird es genügen, den Dampf nur soweit zu überhitzen, dass mit Sicherheit auf eine vollständige Verdampfung des mitgerissenen Wassers und auf eine Verhinderung der Kondensation in der Leistung gerechnet werden kann.

Die meisten Fabrikanten von Wasserröhrenkesseln haben daher auch in richtiger Würdigung der Verhältnisse die Fabrikation von Ueberhitzern aufgenommen.

Der an zweiter Stelle wichtigste Nachteil wäre die Schwierigkeit, die Dampfspannung bei wechselnder Dampfentnahme konstant halten zu können. Man kann diesen Nachteil durch eine entsprechende Vergrösserung des Wasserraumes ermässigen. Die meisten, jetzt gebräuchlichen Wasserrohrkessel sind daher mit einem oder zwei Oberkesseln versehen; je wechselnder die Dampfentnahme ist, um so grösser soll in der Regel der Oberkessel gewählt werden. Bei Wasserrohrkesseln mit passend gewählten Oberkesseln bereitet daher das Innehalten einer konstanten Spannung keine Schwierigkeiten, wenn nur der Wechsel in der Dampfentnahme nicht übermässig gross ist, und wenn die Beanspruchung der Feuerung ohne grössere Umstände dem Bedarf angepasst werden kann.

Es ist selbstverständlich, dass in demselben Masse, wie der Wasserraum vergrössert wird, die Zeit des Anheizens eine Verlängerung erfährt. Beide Vorzüge können eben nicht vollständig mit einander vereinigt werden.

Der Nachteil der schlechteren Verbrennung in den meisten Feuerungen der Wasserrohrkessel ist bereits besprochen worden; es erübrigt daher nur noch die Empfindlichkeit gegen schlechtes Speisewasser zu erörtern.

Die stärkste Verdampfung vollzieht sich naturgemäss in den untersten Rohren; es ist daher auch hier die grösste Ablagerung von Kesselstein und Schlamm zu erwarten. Nun wird zwar nicht ganz mit Unrecht behauptet, dass die untersten Rohre die stärkste Wasserbewegung haben, und dass hierdurch die Ablagerung von Kesselstein verhindert wird, besonders wenn das Speisewasser in den Oberkessel eingeführt und der sich hier ablagernde Schlamm durch einen passend angeordneten Stutzen zeitweise abgeblasen wird. Die Erfahrung zeigt aber, dass dennoch in den unteren Rohren Kesselsteinablagerungen auftreten und zwar um so stärker, je kesselsteinhaltiger das Speisewasser ist, je stärker der Kessel beansprucht wird und je länger die Betriebsdauer ist. Das Durchbrennen der unteren Rohre ist in solchen Fällen keine seltene Erscheinung. Bei leidlich gutem Wasser, geringer Beanspruchung und kurzer Betriebsdauer reicht allerdings der Wasserumlauf aus, die Ablagerungen, mindestens aber das Durchbrennen der Rohre zu verhindern.

Es ergibt sich hieraus die Regel, bei Wasserrohrkesseln gutes Speisewasser zu verwenden, oder bei weniger gutem Wasser dieses vor dem Eintritt in den Kessel zu reinigen. Anderenfalls muss man die Betriebsdauer eines Kessels um so kürzer wählen, je stärker der Kessel beansprucht wird.

Neuerdings sucht man das Durchbrennen der untersten Rohre auch dadurch zu verhindern, dass man den Wasserzufluss zu diesen Rohren durch geeignete Konstruktionen erleichtert.

Wir wenden uns jetzt zur Besprechung der einzelnen Systeme der Wasserrohrkessel.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die Ausströmung der gesättigten Wasserdämpfe.

Von **W. Schüle**, Breslau.

Einleitung.

Die Gesetze, nach denen Wasserdämpfe und Gase aus einfachen Mündungen mit geringen Widerständen ausströmen, sind heute als im allgemeinen bekannt zu betrachten, nachdem Versuche, darunter solche aus jüngster Zeit, die theoretischen Annahmen und Formeln bestätigt haben.[1]) Die *Ausströmungsgeschwindigkeit* und die *sekundliche Ausflussmenge* bei gleichbleibendem inneren Druck sind die Grössen, um deren Bestimmung es sich für praktische Aufgaben hauptsächlich handelt; diese Werte konnten in allgemein giltiger Weise theoretisch nicht festgestellt werden, ehe nicht der *Druck im Mündungsquerschnitt* bekannt war. Nach der älteren Annahme sollte dieser unter allen Umständen gleich dem äusseren Druck sein.[2]) Bei Anwendung der hieraus sich ergebenden Formeln auf grössere Druckunterschiede, sowie aus den Ergebnissen mancher Versuche (*De Saint-Venant* 1845 mit Luft, *Napier* 1869 mit Wasserdampf)[1]) ergab sich jedoch, dass diese Annahme über den Mündungsdruck nur bis zu einer bestimmten Grenze des **Verhältnisses** *von innerem zu äusserem Druck* (rund 2 : 1) möglich ist. Darüber hinaus führt die ältere Formel für das Ausflussgewicht auf Widersprüche mit den Versuchen und schliesslich, für Ausströmung in das Vakuum, auf die ungereimte Folgerung, dass Gase oder Dämpfe in den luftleeren Raum garnicht ausströmen. Als Ursache dieses scheinbaren Versagens der älteren Theorie hat man erkannt, dass Gase oder Dämpfe in den leeren Raum höchstens mit der ihrem Zustand in der Mündungsebene entsprechenden *Schallgeschwindigkeit* ausströmen können, während die erste Annahme schon oberhalb des Druckverhältnisses von rund 2 : 1 und vollends für das Verhältnis $p_i : p_a = \infty$ (d. h. $p_a = 0$) auf viel grössere Geschwindigkeiten führt. Der Druck in der Mündungsebene ist also immer dann grösser als der äussere Druck, wenn das Druckverhältnis 2 : 1 überschritten ist, und er wächst proportional mit dem inneren Druck, wenn der äussere konstant gehalten wird. Bei gleichbleibendem inneren, aber abnehmendem äusseren Druck wächst aber das Ausflussgewicht von jenem Druckverhältnis ab nicht mehr, sondern bleibt selbst bei der grösstmöglichen Verminderung des Gegendrucks konstant.[3]) Weitere Schwierigkeiten ergaben sich, als auch die *Ausflusswiderstände* berücksichtigt wurden, und diese sind auch heute nicht völlig überwunden. Sehr übersichtliche Formeln für diesen Fall verdankt man *Zeuner*; wieder ist es aber der Mündungsdruck, dessen Bestimmung auf Hindernisse stösst und *Zeuner* selbst vertritt in der III. und in der IV. Auflage seiner Thermodynamik in dieser Beziehung ganz verschiedene Standpunkte. Seine alte Theorie ergab den Mündungsdruck auch bei beträchtlichen Strömungswiderständen nur wenig verschieden gegenüber dem freien Aus-

[1]) Vergl. *Zeuner*, Technische Thermodynamik, IV. Aufl. 1902.

[2]) Noch in der 1875 erschienenen Aufl. von *Weisbachs* „Lehrbuch der Theoret. Mechanik" ist eine andere Annahme nicht vertreten.

[3]) Dieses von *De Saint-Venant* und *Wantzel* entdeckte, seither insbesondere durch *Zeuner* bestätigte Gesetz wurde nach *Zeuner* a. a. O. I S. 251 selbst von *Poncelet* öffentlich als „seltsam und wunderlich" bezeichnet und die Entdeckung fiel während 30 Jahren der Vergessenheit anheim.

fluss, während sich nach *Zeuners* neuester Theorie der Mündungsdruck mit dem Widerstand *ganz bedeutend* ändert.[4]) Die Ausflussgeschwindigkeit in den leeren Raum soll dagegen ganz unabhängig von den Widerständen und immer gleich der Schallgeschwindigkeit sein.[5]) Weiter unten wird eine gewisse Folgerung aus dieser Theorie hervorgehoben werden, die sich bei *Zeuner* nicht beachtet findet, aber recht bemerkenswert, ja auffallend erscheint.

Im ferneren wird dann gezeigt werden, dass die Ausflussformel für Wasserdämpfe im Gebiet der Gleichheit von Mündungsdruck und äusserem Druck wesentlich vereinfacht werden kann, ohne die für praktische Rechnungen benötigte Genauigkeit zu verlieren. Ein Bedürfnis liegt dafür insofern vor, als mit der gebräuchlichen Formel die Behandlung von Ausflussproblemen, bei welchen der innere Druck oder Druck und Volumen gleichzeitig sich verändern,[6]) analytisch so gut wie unmöglich ist. Im Anschluss daran wird die einfachste hierher gehörige, bis jetzt nicht vollständig gelöste Aufgabe behandelt werden, die Zeit für den Druckausgleich beliebig hoch gespannten Dampfs aus einem Gefäss ohne Zufluss zu berechnen, wenn die Ausströmung durch eine einfache Mündung in einen Raum mit konstantem Druck erfolgt.

Die Ausflussformeln von Zeuner.

Bezeichnungen:

p_i der Druck im Dampfgefäss in kg/qm
p_a der Druck im äusseren Raum in kg/qm
p der Mündungsdruck
v_i, v_a, v die zugehörigen spezifischen Volumina in cbm/kg
F der Mündungsquerschnitt in qm
w die Ausströmgeschwindigkeit in m/Sek.
G das Ausflussgewicht in kg/Sek.
k der Exponent der Adiabate des Wasserdampfs
m der „Ausflussexponent“
ζ der Widerstandskoeffizient

$$m = \frac{(1+\zeta) \cdot k}{1 + \zeta \cdot k}$$

1. Fall. Kleines Ueberdruckverhältnis.

Der *Mündungsdruck ist gleich dem äusseren Druck*, also $p = p_a$, solange, nach der neuen Hypothese,

$$\frac{p_i}{p_a} < \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{m}{m-1}}$$

ist. Ferner ist

$$w_1 = \sqrt{\frac{2gk}{k-1} p_i v_i \cdot \left(1 - \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{m-1}{m}}\right)} \;{}^{7)} \quad 1.)$$

$$G_1 = F \cdot \sqrt{\frac{2gk}{k-1} \frac{p_i}{v_i} \left|\left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{2}{m}} - \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{m+1}{m}}\right|} \quad 2.)$$

Diese Formeln sind von der besonderen Annahme über den Mündungsdruck ganz unabhängig, nur ihr *Giltigkeitsgebiet* ist durch den Mündungsdruck begrenzt. Es ist *weiter* als nach der älteren Theorie. Die Formeln sind die ursprünglichen *Zeuner*schen Formeln, die mit $m = k$ schon vor *Zeuner* für adiabat. Ausfluss gebräuchlich waren.

2. Fall. Grosses Ueberdruckverhältnis.

Der Mündungsdruck ist grösser als der äussere Druck. Dies soll nach der neuen Hypothese der Fall sein, solange

$$\frac{p_i}{p_a} > \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{m}{m-1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3.)$$

ist. Der Mündungsdruck selbst ist dann

$$p = p_i \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{m}{m-1}}$$

Ferner ist

$$w_2 = \sqrt{\frac{2gk}{k+1} p_i v_i} = \sqrt{g k p v} \;{}^{7)} \quad . \quad 4.)$$

(Schallgeschwindigkeit für den Zustand p, v.)

$$G_2 = F \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{m-1}} \cdot \sqrt{\frac{2gk}{k+1} \cdot \frac{p_i}{v_i}} \quad 5.)$$

Setzt man für beide Fälle

$$G = \psi \cdot F \cdot \sqrt{\frac{p_i}{v_i}} \;{}^{8)}$$

und zwar $\psi = \psi_1$ für den Fall 1, $\psi = \psi_2$ für Fall 2, so ist

für kleines Ueberdruckverhältnis:

$$\psi_1 = \sqrt{\frac{2gk}{k-1} \cdot \left|\left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{2}{m}} - \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{m+1}{m}}\right|} \quad \left(\text{mit } \frac{p_a}{p_i} \text{ veränderlich bis auf } \psi_1 = 0 \text{ für } \frac{p_a}{p_i} = 1\right) \quad 6.)$$

für grosses Ueberdruckverhältnis:

$$\psi_2 = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{m-1}} \cdot \sqrt{2g \frac{k}{k+1}} \quad \left(\text{konstant und unabhängig von } \frac{p_a}{p_i}\right) \quad . \quad 7.)$$

Nach der *älteren Theorie Zeuners* war der Mündungsdruck für Fall 2.)

$$p = p_i \cdot \left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{m}{m-1}}$$

Dieser Ausdruck war unter der Annahme erhalten worden, dass der Mündungsdruck in dem Augenblick anfange, grösser als der äussere Druck zu werden, in welchem bei abnehmend gedachtem äusserem Druck die Ausflussmenge G_1 ihren grössten Wert erreicht, sodass

$$G_2 = G_{1max} = \text{konst.}$$

war. Es war demnach nach der älteren Hypothese auch

$$\psi_2 = \psi_{1max} = \left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{1}{m-1}} \sqrt{2g \frac{k}{k-1} \frac{m-1}{m+1}} \quad 8.)$$

Trägt man die Werte G, oder die ihnen (bei konstantem innerem und veränderlichem äusserem Zustand) proportionalen Werte ψ nach der *älteren* Hypothese als Ordinaten, die Werte $\frac{p_a}{p_i}$ als Abszissen auf, so erhält man (Fig. 1) den Kurvenzug $A\,B'\,E'$,[9]) der sich aus einer krummen und einer der Abszissenachse parallelen geraden Strecke zusammensetzt. Die letztere, $B'\,E'$ bezw. $B\,E$, gilt, solange der Mündungsdruck grösser als der äussere Druck und die Ausflussmenge konstant, vom äusseren Druck unabhängig ist, die krumme Strecke dagegen betrifft das Gebiet der Gleichheit von Mündungsdruck und äusserem Druck, wobei also die Ausflussmenge bei zunehmendem äusseren und konstantem inneren Druck allmählich bis auf Null abnimmt (ebenso der Wert ψ_1).

Die gerade Strecke ist Tangente an die krumme im höchsten Punkt derselben.

Trägt man nun nach der *neuen* Hypothese dieselben Grössen auf, so ändert sich dadurch die *krumme* Linie in keiner Weise, nur gilt sie auch noch *über ihren höchsten*

[4]) a. a. O. I. S. 243. Für *widerstandsfreien* Ausfluss soll bei Gasen der Mündungsdruck 0,5266 oder rd. $\frac{1}{1,9}$ des inneren Druckes, für *grosse Widerstände* bis zu 0,1286 oder rd. $\frac{1}{7,5}$ des inneren Druckes sein, also im letzteren Falle rd. 4 mal kleiner als im ersten, wenn in beiden Fällen der innere Druck gleich ist.

[5]) a. a. O. S. 242. „Ich gehe daher in den weiteren Untersuchungen von der neuen Hypothese aus, dass die Luft in den luftleeren Raum mit der dem Zustand der Luft in der Mündung entsprechenden Schallgeschwindigkeit $w = \sqrt{2gkpv}$ ausströmt, *welche Widerstände hierbei auch beim Hinströmen nach der Mündung vorliegen mögen.*“

[6]) Vergl. *Weyrauch*, Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingenieure, 1899, S. 1162.

[7]) Die Zeichen 1 und 2 bei w sollen andeuten, dass die Ausflussgeschwindigkeit im Gebiet des Falles 1 oder des Falles 2 gemeint ist. Desgl. bei ψ und G.

[8]) Vergl. *Weyrauch*, a. a. O. S. 1162.

[9]) bezw. $A\,B\,E$ für anderes m (bezw. ζ).

Punkt hinaus ein Stück weit auf ihrem absteigenden Ast und die gerade Linie ist nicht mehr Tangente an sie, sondern trifft sie unter einem stumpfen Winkel. Der Augenblick, wo der Mündungsdruck gleich dem äusseren Druck wird,

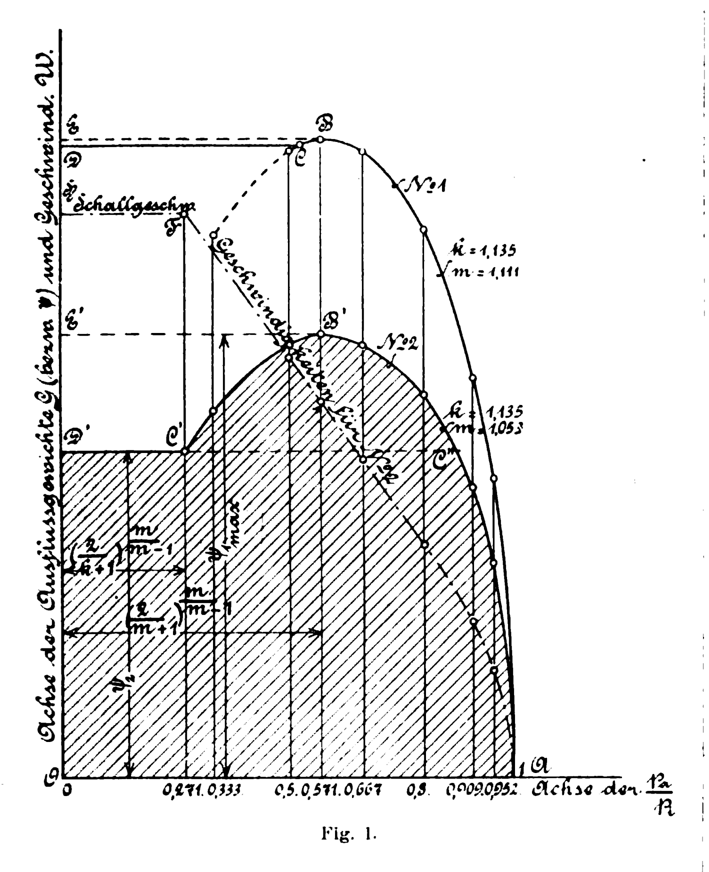


Fig. 1.

fällt nach der neuen Hypothese keineswegs mehr mit dem „Maximum der Ausflussmenge" zusammen.[10]

Dass dies unter allen Umständen der Fall ist, sobald Widerstände da sind, und nicht blos für die zufälligen Verhältnisse der Fig. 1, die übrigens masstäblich gezeichnet ist, geht aus folgender Ueberlegung hervor. Es ist nach der älteren Hypothese an der Uebergangsstelle der geraden in die krumme Strecke die Abszisse

$$\frac{p_a}{p_i} = \left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{m}{m-1}}$$

nach der neueren dagegen

$$\frac{p_a}{p_i} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{m}{m-1}}$$

Nun ist stets $m < k$, also $\frac{2}{m+1}$ grösser als $\frac{2}{k+1}$; somit ist nach der neuen Hypothese an der Anschlusstelle $\frac{p_a}{p_i}$ kleiner, als nach der alten; nach der letzteren fällt die fragliche Abszisse mit der des Kulminationspunktes des krummen Astes zusammen, also muss die Anschlusstelle nach der neuen Annahme, weil sie jedenfalls weiter dem Ursprung zu liegt, sich auf dem absteigenden Ast der krummen Linie befinden. Ein Zusammentreffen der geraden und der krummen Linie ist freilich nur möglich, wenn

$$\psi_{1\,max} < \psi_2$$

ist. Dies ist immer der Fall, wie sich aus Folgendem ergibt. Man hat

$$\frac{\psi_{1\,max}}{\psi_2} = \frac{\left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{1}{m-1}} \cdot \sqrt{2g\frac{k}{k-1}\frac{m-1}{m+1}}}{\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{m-1}} \sqrt{2g\frac{k}{k+1}}}$$

$$= \left(\frac{k+1}{m+1}\right)^{\frac{1}{m-1}} \cdot \sqrt{\frac{k+1}{k-1} \cdot \frac{m-1}{m+1}}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{k+1}{m+1}\right)^{\frac{m+1}{m-1}} \cdot \frac{m-1}{k-1}}$$

Ist nun der Ausdruck unter der Wurzel > 1, so ist $\psi_{1\,max} > \psi_2$. Es ist aber immer $m < k$, daher $k = m + \mu$, worin μ eine positive kleine Zahl. Damit wird

$$\frac{k+1}{m+1} = \frac{m+\mu+1}{m+1} = 1 + \frac{\mu}{m+1}$$

somit

$$\left(1 + \frac{\mu}{m+1}\right)^{\frac{m+1}{m-1}} = 1 + \frac{\mu}{m+1} \cdot \frac{m+1}{m-1}$$

$$+ \left(\frac{\mu}{m+1}\right)^2 \cdot \frac{\frac{m+1}{m-1} - 1}{2} \cdot \frac{m+1}{m-1} + \ldots$$

$$= 1 + \frac{\mu}{m-1} + \mu^2 \cdot \frac{1}{(m+1)^2 \cdot (m-1)} + \ldots$$

$$= \frac{m+\mu-1}{m-1} + \mu^2 \cdot \frac{1}{(m+1)^2 \cdot (m-1)}$$

$$= \frac{k-1}{m-1} + \mu^2 \cdot \frac{1}{(m+1) \cdot (m-1)^2}$$

Nun ist also:

$$\left(\frac{k+1}{m+1}\right)^{\frac{m+1}{m-1}} \cdot \frac{m-1}{k-1} = 1 + \mu^2 \cdot \frac{1}{(k-1) \cdot (m^2-1)}$$

ein Ausdruck, der für alle Werte von k und m, die ja immer grösser als 1 sind, einen grösseren Wert als 1 besitzt. Damit ist erwiesen, dass $\psi_{1\,max}$ immer $> \psi_2$ ist.[11]

Die Fig. 1 nach der älteren Annahme mit tangentialem Anschluss der geraden Strecke findet sich bei *Zeuner*, aber *nicht* der Verlauf $D'C'B'A$ nach der neuen Annahme, die gewiss nicht ebenso plausibel und durch direkte Versuche, wenigstens nach Wissen des Verfassers, nicht erwiesen ist. Folgendes Beispiel möge die Sachlage noch näher erläutern: Man denke sich aus einem Dampfkessel, dessen Druck konstant gehalten wird, Dampf durch eine Mündung mit nicht zu kleinem Widerstand in einen Raum ausströmend, dessen Druck nach Belieben verändert werden kann. Stellt man in diesem Raum zunächst geringen Druck (Vacuum) ein, so wird die sekundliche Ausflussmenge den Ordinaten der geraden Strecke entsprechen und sich erst ändern, nachdem der Gegendruck wesentlich gestiegen ist. Ist dieser so gross geworden, dass

$$\frac{p_a}{p_i} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{m}{m-1}} \text{[12]}$$

[10]) *Zeuner*, a. a. O., IV. Aufl., sagt zwar auf S. 163 des II. Bandes gelegentlich der Einführung der Widerstände in die Ausflussformeln ausdrücklich: „Nach den dort (I. Band, Gase) vorgeführten Sätzen berechnet man nun für das *Maximum der Ausflussmenge* den Mündungsdruck p aus u. s. w. Die gleiche, offenbar im Widerspruch mit der neuen Hypothese stehende Anschauung ist in Bd. I ausgesprochen. Es heisst dort S. 244: „Würde man vom freien atmosphärischen Raum aus die Luft durch eine einfache Mündung in ein weites geschlossenes Gefäss eintreten lassen, in welchem anfänglich Luftleere herrscht, so würde in jeder Zeiteinheit immer dieselbe Luftmenge einströmen . . . , und die Einströmungsgeschwindigkeit ist unveränderlich, die Schallgeschwindigkeit . . . Sobald aber der Druck p_2 im Gefässe den Wert nach der Gleichung $p_2 = p_1 \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{m}{m-1}}$ erreicht hat, ändern sich die Verhältnisse; von da an ist die Einströmungsgeschwindigkeit w und die in der Zeiteinheit eintretende Luftmenge G nach den Gleichungen (33) und (34)," unseren obigen Gl. 1. und 2., „zu beurteilen; *dabei nimmt der Wert von* $\frac{G}{F}$ *allmählich ab*". Das letztere ist *nicht richtig*, er nimmt vielmehr zunächst zu und dann erst allmählich ab bis auf Null, wie aus dem Verlauf des Kurvenzugs $D'C'B'A$ (bezw. $DCBA$ für anderes k und m), deutlich hervorgeht.

[11]) Wäre dies nicht der Fall, so würde der Anschluss der geraden an die krumme Strecke überhaupt fehlen.

[12]) Punkte C' bezw. C in Fig. 1.

so wird in dem Augenblick der Mündungsdruck gleich dem äusseren Druck. Nimmt nun der äussere Druck (und damit auch der Mündungsdruck) weiter zu, vermindert sich also der Druckunterschied weiter, so soll trotzdem das sekundliche Ausflussgewicht zuzunehmen beginnen und schliesslich bei B' (Fig. 1) einen beträchtlich grösseren Wert erreichen, als früher bei der grössten Druckdifferenz. Im weiteren Verlauf, bei stetig zunehmendem äusseren Druck, soll dann die Ausflussmenge abnehmen, zunächst bis C'', wo sie den ursprünglichen Wert bei ganz kleinem Druckunterschied wieder erreicht, und dann schliesslich bis Null. Dieses *Anschwellen und Wiederabnehmen der Ausflussmenge* ist eine eigentümliche, von *Zeuner* nicht erwähnte Erscheinung, die noch des direkten Beweises durch den Versuch bedarf. Der Einfluss der Widerstände auf die Ausflusserscheinungen, auch bei kurzen Mündungen, kann hiernach noch nicht als sicher bekannt betrachtet werden.

(Fortsetzung folgt.)

Die Kühlmaschinen auf der Düsseldorfer Ausstellung.

Von Prof. **Alois Schwarz** in Mähr.-Ostrau.

Unter den viel bewunderten Darbietungen der im Laufe des vorigen Jahres in Düsseldorf veranstalteten Gewerbeausstellung nimmt bekannterweise, nächst dem Berg- und Hüttenwesen, die Maschinenindustrie die hervorragendste Stelle ein. Bei dem besonderen Aufschwung, welchen die Kälteindustrie und besonders die maschinelle Kühlung im Laufe der letzten Jahre genommen hat, darf es nicht überraschen, dass auch diese Art von Maschinen auf der Düsseldorfer Ausstellung in ansehnlicher Weise vertreten erschien. Wenn auch der mehr lokale Charakter der Ausstellung, welcher sie auf die in Westfalen und in den Rheinlanden domizilierenden Aussteller beschränkte, die Beteiligung der auf dem Gebiete der Kälteindustrie hervorragendsten Firmen von der Ausstellung abgehalten hatte, so waren doch die im Ausstellungsgebiete ihren Wohnsitz habenden Firmen in sehr bemerkenswerter Weise vertreten. Etwa 10 Maschinenfirmen, welche den Bau von Kühlmaschinen als besonderen Zweig betreiben, hatten ihre Maschinen zumeist im Betriebe vorgeführt, und zwar war ein Teil dieser Objekte in einem besonderen Eismaschinenhause untergebracht, welches durch die *Siegener Verzinkerei Akt.-Ges.* in Wellblech ausgeführt und für diesen Zweck hergestellt war, zum Teile waren sie in den einzelnen Ausstellungsrestaurants und Pavillons für den Zweck der Abkühlung dieser Räume in Verwendung.

In dem besonderen Eismaschinenhaus waren zunächst Gegenstände der Firmen *A. Freundlich* in Düsseldorf, *Schüchtermann & Kremer*, Dortmund, *Eulenberg*, *Moenting und Co.*, Mülheim a. Rh., *Dietrich & Bracksiek*, Bielefeld, ausgestellt. Ueberdies hatte die *Siegener Verzinkerei* in diesem Pavillon auch verschiedene Erzeugnisse, wie Eiszellen, Wellblech u. s. w., untergebracht. Die Firma *Semmler und Gsell* in Düsseldorf hat ihre Anlage im Pavillon der Dortmunder Aktienbrauerei, die Firma *Koch & Wellenstein* in Ratingen ihre Kühlmaschine, Patent *Knox*, im Bierkeller des Panorama-Restaurants, die Firma *W. Senssenbrenner* in Düsseldorf eine Ammoniak-Absorptionsmaschine, Patent *Osenbrück*, in der Molkerei „Sanitas" und die *Maschinenbauanstalt Humboldt* einen Ammoniak-Kompressor mit neuen Ventilen nach Patent *Gutermuth* in der Hauptmaschinenhalle ausgestellt, woselbst sie auch eine Anzahl von Plänen der von ihr ausgeführten Anlagen untergebracht hatte.

Wir beginnen die Beschreibung der ausgestellten Anlagen mit der in dem Kühlmaschinenpavillon ausgestellten Anlage der Firma *A. Freundlich* in Düsseldorf. Dieselbe ist in Fig. 1 A dargestellt und besteht aus einem Ammoniakkompressor a mit offener Geradführung, von 120000 Kalorien Stundenleistung bei 65 Touren. Derselbe ist als doppeltwirkende Saug- und Druckpumpe ausgebildet und mit Ventilen versehen, deren Spiel fast geräuschlos ist. Der Oelabscheider, durch ein Rückschlagventil mit dem Kompressor verbunden, ist gleichzeitig als Oeltopf ausgebildet, welch letzterer behufs Wiederauffangung der im Oel mitgerissenen Ammoniakgase mit dem Saugbügel des Kompressors verbunden ist. Die Detailkonstruktion des Kompressors ist aus Fig. 1 B ersichtlich. Anschliessend daran steht ein viereckiger Verdampfer und Eiserzeuger d, ersterer für 150000 Kalorien Stundenleistung, letzterer für eine stündliche Eiserzeugung von 800 kg vermittels 594 Eiszellen, von je 13 kg Inhalt, in 27 Reihen von je 22 Zellen. Das Vorschieben, Auftauen und Umkippen von je 22 Zellen auf einmal werden durch entsprechende Vorrichtungen mit leichtem Handgriff durch einen Mann bequem bewirkt. Der Eishebekran i ist elektrisch betrieben.

Der Verdampfer mit einer Kühlfläche von 150 qm liegt am Boden der Generatorkufe, durch einen Zwischenboden vom Zellenraum getrennt; ein Turbinenrührwerk vermittelt den Umlauf der Sole zwischen der oberen und unteren Hälfte des Generators. Die Anordnung eigenartiger Doppelflanschen an den Enden der Bündelschlangen gestattet die einzelne Ein- und Ausbringung der Schlangen ohne viel Umstände und lässt noch die Annehmlichkeit zu, dass innerhalb der Sole jede Flanschenverbindung vermieden ist, ausserdem ist eine Reinigung der Schlangensysteme, da die Enden derselben horizontal nach aussen führen, im Betriebe ohne Entfernung des Doppelbodens ermöglicht. Gleichzeitig ist durch diese Anordnung dem Misstande abgeholfen, dass die nach oben aus der Sole herausragenden Schlangenenden am Spiegel der Sole, wo solche mit der Luft in Berührung kommen, vorzeitig rosten. Sowohl die Einspritz- als auch die Absaugstücke sind derart angeordnet, dass jede einzelne Schlange in Rücksicht auf gleichmässige Zuführung von Ammoniak und desgleichen auch auf Absaugung der Dämpfe unter durchaus gleichen Bedingungen arbeiten, so dass ein vollständig gleichmässiges Beschicken aller Schlangen ohne Regulierorgane und damit vollständige Ausnutzung der vorhandenen Kühlflächen erfolgen muss. Eine Vorrichtung zur Erzeugung von Klareis durch mechanische Entlüftung des Gefrierwassers ist als Modell an der Generatorkufe angebracht. Ausserhalb des Gebäudes steht ein Berieselungskondensator (Fig. 1 C) von 150 qm Oberfläche mit vier Flachbatterien von je 6700 mm Länge und 48 Windungen; die Ammoniakverteilung erfolgt auch hier wieder wie in der beim Verdampfer näher beschriebenen Weise unter Berücksichtigung gleichmässiger Beschickung der einzelnen Systeme, und ist jedes einzelne System durch Pflockhähne absperrbar, so dass beliebig eins oder das andere davon ausser Betrieb gesetzt werden kann. Das aus Schmiedeeisen hergestellte Verteilstück ist nochmals als Oelabscheider ausgestattet, und können etwa noch mitgerissene Oelteilchen von Zeit zu Zeit dort abgeführt werden.

Ueber dem Berieseler ist, auf einer Eisenkonstruktion ruhend, ein Wasserrückkühler (Fig. 1 C) angeordnet; derselbe bezweckt das vom Kondensator angewärmte Wasser durch intensive Verteilung aus der Luft abzukühlen. Zu diesem Behufe sind einzelne Wellblechfelder, in deren Wellentäler Löcher angebracht sind, welche zur Aufnahme schraubenartig gedrehter Kreuzeisenstäbe dienen, turmartig derart über einander gesetzt, dass das Wasser aus dem oberen Wellental bei dem Herabrinnen an dem vierläufigen Eisenstäbchen auf den unteren Wellenberg trifft und an diesem in feiner Schicht herabläuft. Die schraubenartige Ausbildung der Kühlstäbe gestattet dem Wasser an allen Seiten gleichmässig herabzurinnen und somit eine möglichst grosse Kühlfläche zu erzielen.

Die Ammoniakdruckleitung von 80 mm l. W. und die Ammoniakflüssigkeitsleitung von 19 mm l. W. sind in einer Gesamtlänge von über 60 m an Ort und Stelle, in den Bindern der Eisenkonstruktion des Gebäudes liegend, in einem Stück geschweisst, so dass zwischen Kompressor, Kon-



densator und Generator trotz deren räumlichen Entfernung von einander je nur eine Flanschenverbindung besteht.

Im Keller des Ausstellungsraumes befindet sich eine Pumpe von 125 mm l. W. zum Hochheben des vom Berieseler kommenden Kühlwassers auf den Rückkühler. Tagsüber arbeitet die Kühlmaschine ohne jeden Wasserzusatz unter Benutzung desselben Kühlwassers und es wird jeweils morgens nur das tags zuvor durch Verdunstung verloren gegangene Wasser zugesetzt. Eine weitere Pumpe von 50 mm l. W. befördert die Kältesole durch eine 400 m lange, unterirdische, gut isolierte Leitung nach dem Luftkühler, der im Keller des Kunstpalastes Aufstellung gefunden hat, um einen Teil der Ausstellungsräume, die besonders der Mittagssonne ausgesetzt sind, auf erträgliche Temperatur zu ventilieren. Mit diesen Luftkühlern werden in genannten Räumen stündlich etwa 100 cbm Luft um etwa 20 Grad abgekühlt, durch einen elektrisch angetriebenen Exhaustor zugeführt und damit eine angenehme Ventilation der betr. Räume erzielt. Der hierbei verwendete Luftkühler, dessen Konstruktion aus der beigegebenen Fig. 1D ersichtlich ist, zeigt die Vergrösserung der Kühlfläche der Kühlrohre nicht wie üblich, durch zwei aufgesetzte Schieber, sondern in einer nach dem der Firma gehörigen D. R.-G.-M. 174950 geschützten Ausführung, bei der wellenförmig gebogene Blech-

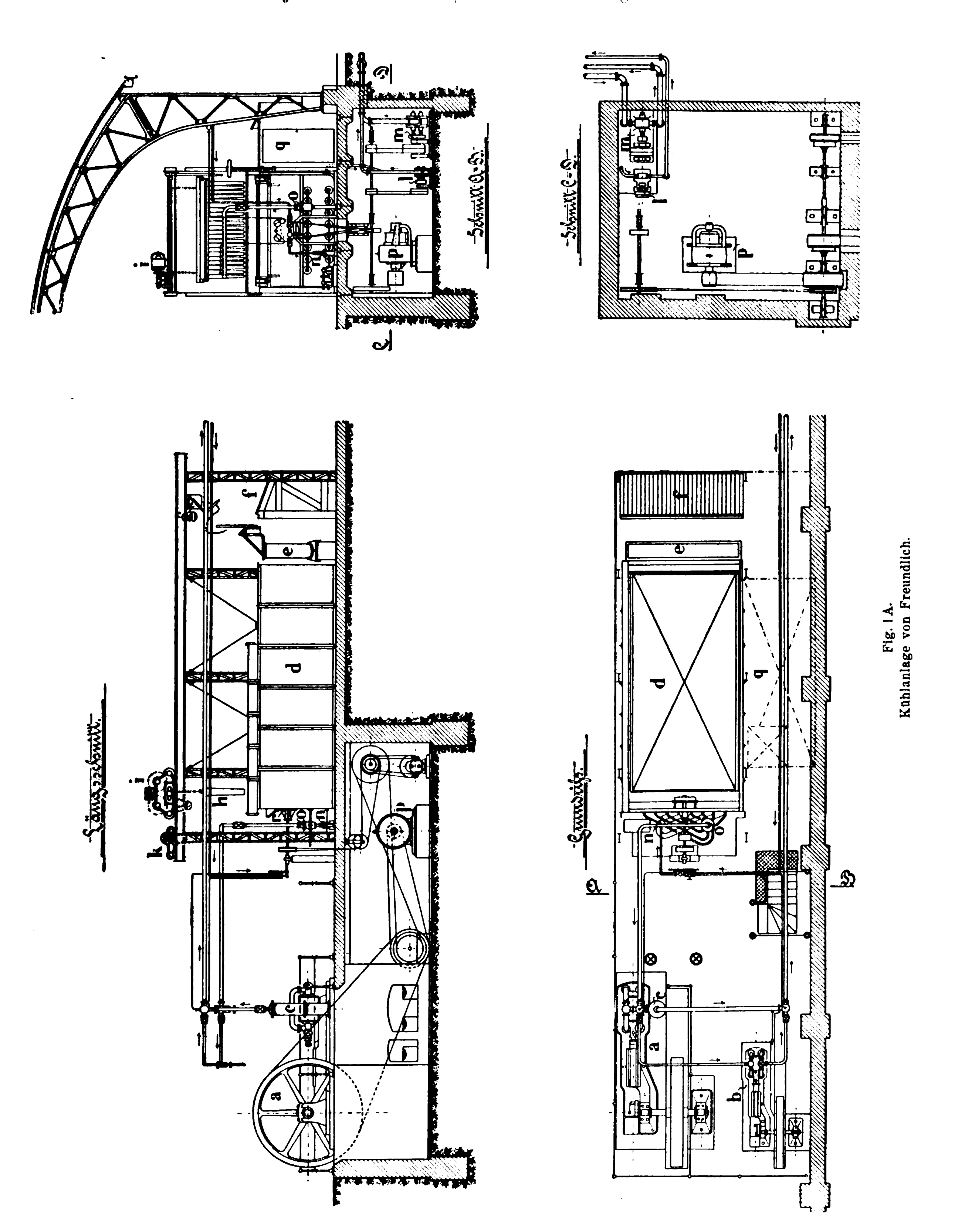


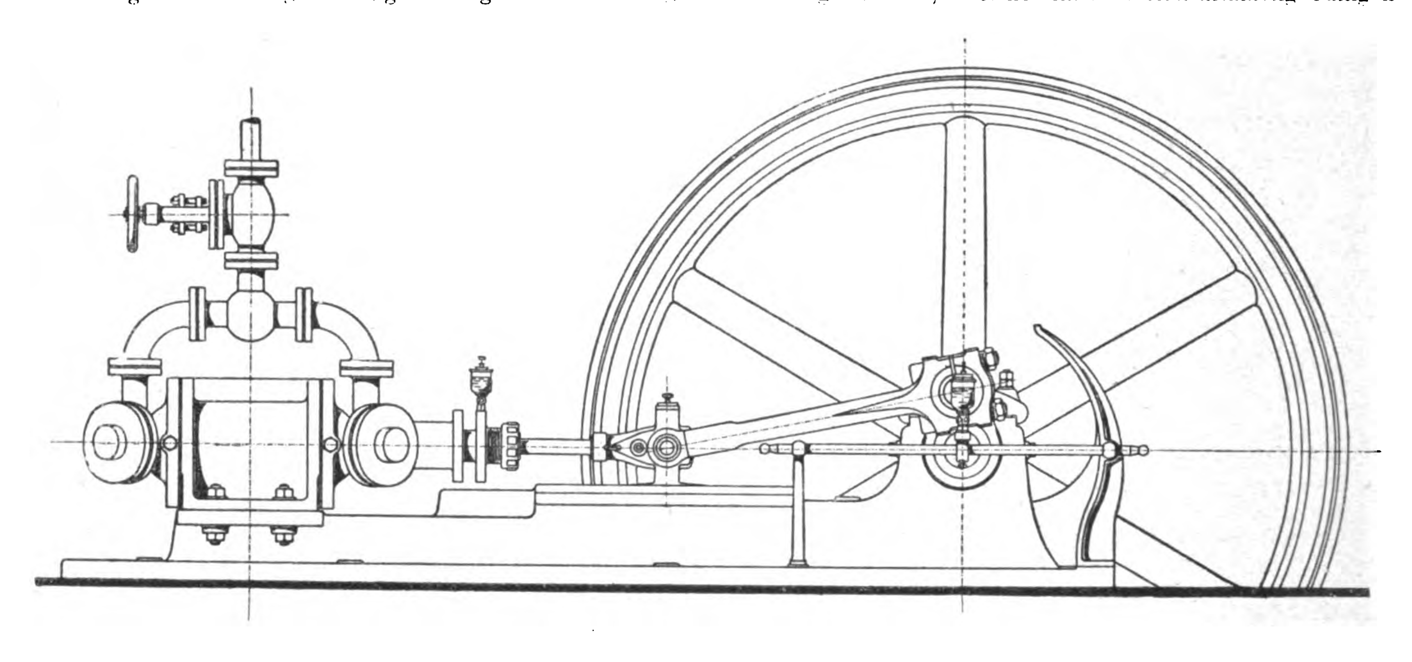
Fig. 1 A. Kühlanlage von Freundlich.

streifen, etwa Abschnitte von Wellblech von je 90 cm Breite auf den Kühlröhren angelötet sind. Je zwei hintereinander folgende Wellblechstreifen sind so gegeneinander versetzt, dass die Wellen des einen Streifens zwischen diejenigen des anderen zu stehen kommen. Die Luft wird also durch diese Wellblechstreifen gewissermassen zerschnitten, und kommt mit immer neuen Kühlflächen in Berührung, ohne dass hierbei der Widerstand für das Durchströmen der Luft erhöht wird. In diesem Apparat wird bei einer Salzwassertemperatur von --15° i. d. Minute eine Abkühlung von 100 cbm Luft von +13 auf —8° erzielt. Beide vorerwähnten Pumpen sind Kapselradpumpen mit Bronzeflügeln und nachstellbaren Dichtungsleisten, die es ermöglichen, auf Jahre hinaus, ein Nachpassen der Gehäuse oder Flügel zu ersparen. Versetzte, auf den Pumpenwellen angeordnete gefrässte Zwillingszahnräder sorgen für ruhigen Gang und gestatten beliebige Drehrichtung der Pumpen. Ein unterhalb des Laufpodestes geschaffenes Modell eines modernen Warenkühlraumes wird vermittelst einer Batterie schmiedeeiserner Rippenkühlkörper ebenfalls von der vorerwähnten Solepumpe durch Anschluss an deren Saugleitung gespeist und kann nach Belieben bis auf 0 Grad oder tiefer gehalten werden; ein kleiner elektrischer Ventilator sorgt für Lufterneuerung nach Bedarf. Ferner wird von dieser Kältemaschine noch die Kühlung der Keller und Vorratsräume des „Restaurant zum Kunstpalast“ bewerkstelligt, indem mehrere Kühlstränge in das etwa 200 m entfernte Etablissement abgezweigt sind. Der Betrieb der vorbeschriebenen Kühlanlage erfolgte durch einen Motor der *Elektrizitäts-Akt.-Ges. Helios* in Köln-Ehrenfeld von 56 PS Leistung, 440 Volt und 590 Touren i. d. Minute nebst zugehörigem Anlasser. Der Motor ist auf Sprungschienen montiert und erfolgt die Kraftübertragung mittels Riemen.

Ausserdem fanden sich aber unabhängig von dieser Anlage noch einen Kompressor No. 9 von 30000 Kalorien Stundenleistung für Kühlzwecke, Kellereibetrieb, eine Reihe von Hilfsapparaten in äussert genauer und eleganter Ausführung als Einzelobjekte ausgestellt.

Die Firma *Schüchtermann & Kremer*, Dortmund, stellte eine nach dem Kompressionssystem gebaute, mit schwefliger Säure arbeitende Eismaschinenanlage aus, welche eine stündliche Leistung von 75000 Kalorien besitzt und imstande ist, täglich etwa 300 Zentner Eis zu erzeugen. Sie wird von einer einzylindrigen Dampfmaschine mit Präzisions-Ventilsteuerung angetrieben, welche mit Rücksicht auf ihren späteren Verwendungszweck doppelt so gross gewählt ist, als die Eismaschine es erfordert, damit sie in der Lage ist, noch für andere Zwecke Betriebskraft abzugeben.

Der seitlich neben die Dampfmaschine gelegte, von der verlängerten Schwungradachse aus angetriebene Kompressor mit Zylinder von 330 mm Durchmesser und 650 mm Hub hat selbsttätige Ventile, welche einen verhältnismässig ruhigen Gang besitzen. Im Aeusseren zeichnet sich der Kompressor noch durch die vollständig von den bisherigen Ausführungen abweichende Form aus, der Lagerrahmen ist in Bajonettform ganz analog dem der Dampfmaschine ausgebildet, die vorderen Ventile sind in einem zwischen Zylinder und Rahmen befindlichen Zwischenstück angeordnet, während der Zylinder selbst gleich dem der Dampfmaschine hinten durch einen Fuss gestützt ist. Die Maschine soll bei normal 70 Touren obenerwähnte 75000 Kalorien entsprechend 150 m/Ztr. Eis f. d. Tag leisten. Der im Freien aufgestellte Kondensator ist als Berieselungskondensator ausgeführt und aus gezogenen nahtlosen Kupferröhren hergestellt. Der ganze Kondensator ist, um ihn vor Beschädigungen von aussen her zu schützen, ringsum mit weitmaschigem Streckmetall, welches den freien Durchzug der Luft nicht beeinträchtigt, eingefriedet.



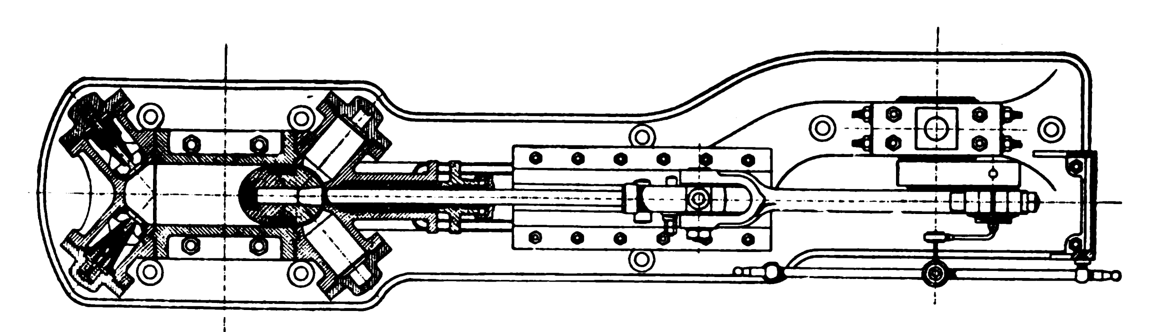


Fig. 1 B. Kompressor von Freundlich.

Der Verdampfer, welcher ebenfalls ganz aus gezogenen nahtlosen Kupferröhren hergestellt ist, befindet sich in der kleineren Abteilung der durch eine Zwischenwand in zwei Teile geteilten Salzwasserkufe. Es besteht aus zwei weiten,

horizontal liegenden Dampfsammelrohren, welche durch eine grosse Anzahl U-förmig gebogener enger Verdampferrohre untereinander verbunden sind. Seine Anordnung in der

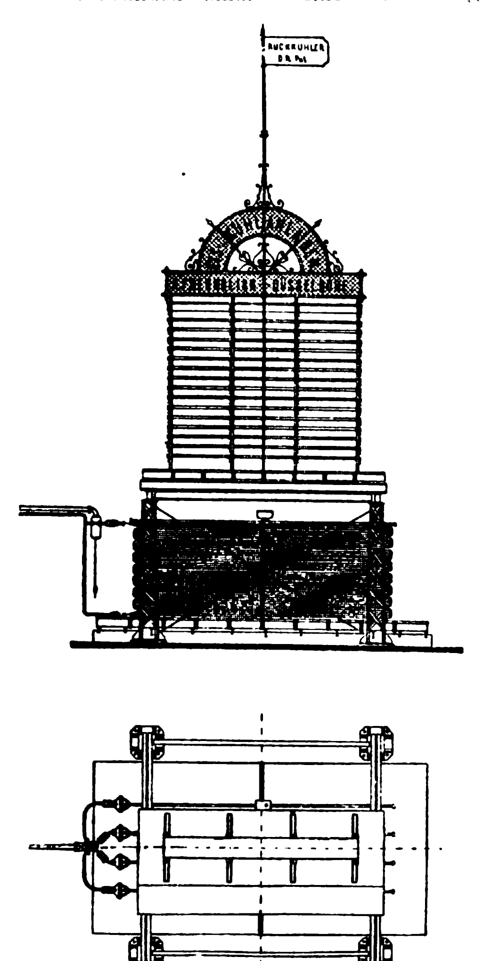


Fig. 1C. Wasserrückkühler von Freundlich.

Salzwasserkufe ist so getroffen, dass er leicht zugänglich ist, und, wenn nötig, in einfachster Weise ausgebaut werden kann, was nur die teilweise Entfernung der oberen Holzabdeckung erforderlich macht. Die grössere Abteilung der Salzwasserkufe dient zur Aufnahme der Eiszellen. Dieselben sind in 32 Reihen von je 16 Stück verteilt; ihre Rahmen sind mit Rollen versehen und können durch eine Schiebevorrichtung bewegt werden, so dass das Ausheben der Zellen nur an der zur Eisentnahme bestimmten vorderen Seite, das Wiedereinsetzen derselben an der gegenüberliegenden Seite erfolgt, während der ganze übrige Teil der Kufe fest verschlossen bleibt.

Um auf Verlangen vollständig bakterienfreies Eis herstellen zu können, ist mit der Anlage ein von der Firma *Pape, Henneberg & Co.* in Hamburg aufgestellter Sterilisierapparat in Verbindung gebracht, in welchem das Gefrierwasser aufgekocht, und durch Gegenstrom-Wärmeaustauschapparate wieder abgekühlt wird.

Die Anlage der Firma *Eulenberg, Moenting & Co.*, Mühlheim a. Rh., besteht, wie aus Fig. 2 ersichtlich, aus einem liegenden Kompressor *B*, welcher mit einer Dampfmaschine *A* gekuppelt ist. Die Maschine saugt aus einem Verdampfer *D*, welcher mit einem Eisgenerator kombiniert ist, und drückt in einen Berieselungskondensator *H*, der ausserhalb der Halle steht. Ein kleinerer stehender Kompressor *C* ist an die Saug- und Druckleitung der grössen Maschine angeschlossen.

Die Betriebsdampfmaschine ist als Einzylinderauspuffmaschine mit Ridersteuerung ausgeführt. Sie hat 315 mm Zylinderdurchmesser, 600 mm Hub und eine Kolbenstange von 60 mm Durchmesser. Die normale Tourenzahl beträgt 85 i. d. Minute.

Die Verstellung des Expansionsschiebers erfolgt durch einen Regulator, Patent *Hartung*, und können dadurch die Füllungen zwischen 0 und 65 v. H. verändert werden.

Das Schwungrad hat 3000 mm Durchmesser und 300 mm Kranzbreite, ist ballig gedreht, so dass es als Riemenscheibe zum Antrieb der Transmissionen verwendet werden kann.

Bei 7 Atm. Admissionsdruck leistet die Maschine normal 35, maximal 45 PS.

Der Ammoniakkompressor ist unmitelbar mit der Dampfmaschinenwelle gekuppelt und zwar so, dass die Kompressorkurbel der Dampfmaschinenkurbel um 45° vorauseilt.

Der Verdampfer der Kühlmaschine ist in dem Generatorbassin, unterhalb eines Zwischenbodens, angebracht. Im oberen Teil des Bassins, welches mit Salzwasser gefüllt ist, sind die Eiszellen eingehängt. Dies sind viereckige Kasten aus verbleitem Eisenblech, in welche das zu frierende Wasser eingefüllt wird. Die Eisblöcke wiegen etwa 13 kg. Das Salzwasser wird in dem Generatorbassin durch einen Propeller ständig in Umlauf gehalten.

Ueber den Eisgenerator bewegt sich auf Laufschienen ein Eisaufzug *K*, mit welchem die einzelnen Zellenreihen ausgehoben werden.

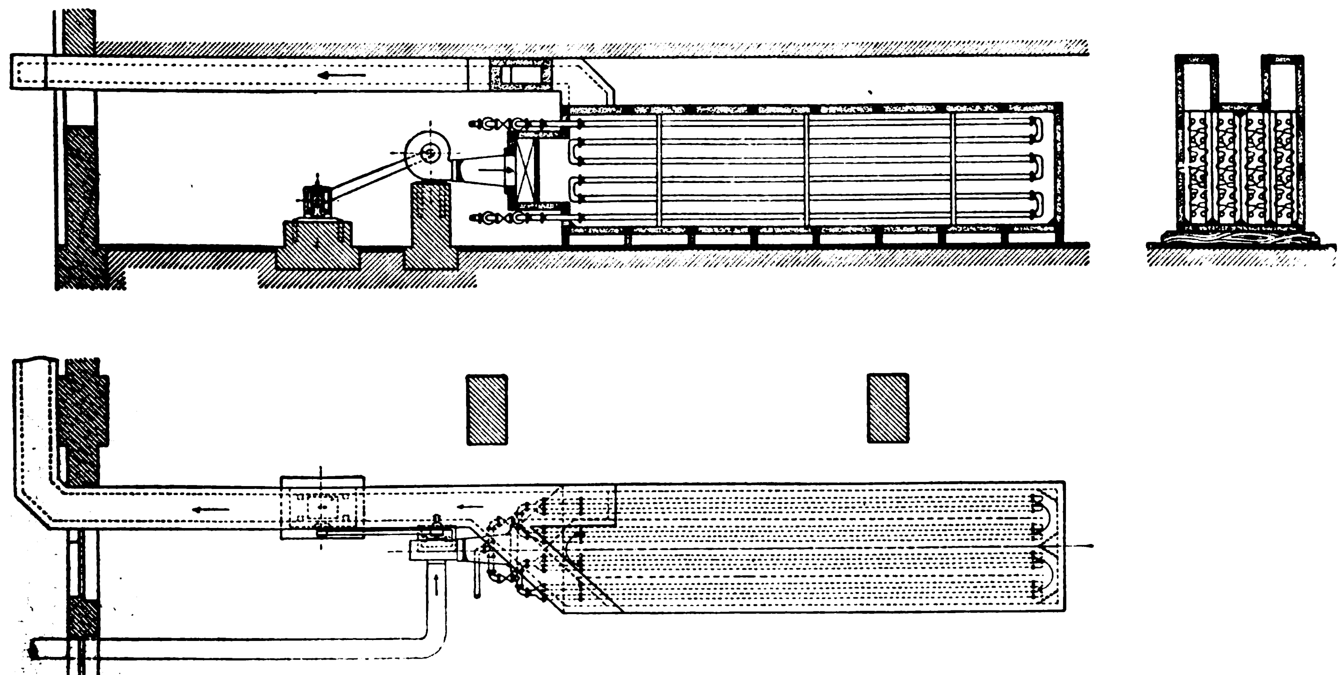


Fig. 1D. Luftkühler von Freundlich.

Unter Einwirkung einer Bandbremse lässt man sie in



das Auftaugefäss E herab, in welchem sich warmes Wasser befindet. Dieses taut die Eisblöcke von den Wänden der Zellen los, so dass die letzteren, nachdem sie mit dem Kran wieder emporgezogen worden sind, auf die Eisrutsche G entleert werden können.

Die wieder aufgerichteten Zellen werden dann aus dem Füllapparat L mit frischem Wasser gefüllt und am andern Ende in den Generator zum Frieren eingesetzt.

Der Kondensator H, ein Berieselungskondensator, besteht aus einer flachen Rohrschlange, die aus drei Einzelschlangen hergestellt ist, welche in einander liegen. Die seitlich angebrachten Bleche dienen dazu, ein Verspritzen des Wassers zu verhindern.

Der Kondensator enthält etwa 400 laufende Meter Rohr von 30/38 mm Durchmesser, hat also etwa 40 qm mittlere Kühlfläche, ist also wohl für die angegebene Kälteleistung von 40000 Kalorien zu gering bemessen.

Der Verdampfer ist mit denselben Abmessungen wie der Kondensator ausgeführt, also mit 40 qm mittlerer Kühlfläche.

Fig. 2. Kühlanlage von Eulenberg, Moenting & Co.

Der Kompressor ist doppeltwirkend gebaut. Die Deckel sind mit Nut und Feder mittels Gummidichtung eingesetzt, und ist die ganze Länge des Zylinders so bemessen, dass der schädliche Raum zwischen Kolben und Deckeln höchstens etwa 1 mm beträgt.

Der Kompressor zeigt die normale Ausführung mit je zwei Saug- und Druckventilen, die in den kugelförmigen Deckeln radial eingesetzt sind. Den Anschluss an die Saug-



und Druckleitung vermitteln Stutzen, die sich oben auf dem Ventilgehäuse befinden und die durch ein Bogenrohr verbunden sind. Oben auf diesem Bogenrohr sitzt an der Saugleitung ein Absperrventil, auf der Druckleitung zwischen Kompressor und Oelabscheider ein Rückschlagventil, so dass bei etwaigem Schaden am Kompressor die Füllung der Maschine nicht ausströmen kann. Der Oelabscheider selbst ist eine Erweiterung der Druckleitung in Form eines gusseisernen Gefässes von etwa 300 mm Durchmesser, in welches die vom Kompressor kommenden Gase seitlich eintreten und durch ein Tauchrohr, welches am Deckel befestigt ist, zum Kondensator weitergeführt werden. Auf dem Deckel des Oelabscheiders sitzt ein Absperrventil.

Der Kompressor hat 200 mm Zylinderdurchmesser, 350 mm Hub. Das stündliche Hubvolumen bei 80 Touren i. d. Minute beträgt demnach 103 cbm und entspricht bei der oben angegebenen Leistung von 47 500—48 500 Cal./Std. bei normalen Temperaturverhältnissen einem mittleren kalorischen Nutzeffekt von etwa 65 v. H., die bei normaler Ausführung leicht erreicht werden können.

Der Kolben ist in der üblichen Bauform hergestellt, d. h. zweiteilig mit zwei Kolbenringen aus weichem Gusseisen mit darunter liegender Spannfeder. Die Mutter, mit welcher der Kolben zusammengezogen und auf der Kolbenstange befestigt wird, hat besonders eingesetzte Sicherungen.

Die Kolbenstange hat 45 mm Durchmesser und ist aus bestem Stahl geschmiedet, an den Laufflächen glashart und abgeschliffen. Die Abdichtung in der Stopfbüchse erfolgt durch eine Weissmetallpackung ähnlich dem System *Friese*. Die Brille wird durch eine Ueberwurfmutter angezogen, wodurch einem schiefen Anziehen der Stopfbüchse, wie dies bei mehreren Schrauben vorkommen kann, wirksam vorgebeugt ist.

Die Oelzufuhr zur Stopfbüchse erfolgt durch ein Tropfschmiergefäss, welches in der Mitte des Stopfbuchsenhalses aufgebaut ist. Das Oel wird durch einen eingebohrten Kanal vorn zur Stopfbüchse hingeleitet. Zum Abdichten des Oeles nach aussen ist auf der Ueberwurfmutter eine kleine Stopfbüchse mit Baumwolldichtung angebracht.

Die Saug- und Druckventile sind in besonderen Ventilgehäusen eingebaut, die vermittelst konischer Dichtungsflächen durch die Ventilhaube in den Zylinderdeckel eingepresst werden. In dem Ventilgehäuse sitzen die Führungshülsen für die Ventile und sind dieselben bei der vorliegenden Konstruktion sehr lang ausgeführt, wodurch eine gute Geradführung der Ventile erzielt wird. Die Federn sind in der Ventilhaube untergebracht.

Beim Saugventil stützt sich die Feder einerseits in eine Aushöhlung der Ventilführung, andererseits oben in einen mit dem Ventil aus einem Stück hergestellten Teller. Infolgedessen muss die Ventilführung für das Saugventil zweiteilig hergestellt werden.

Beim Druckventil liegt die Feder einerseits in einem mit dem Ventil aus einem Stück hergestellten Teller, andererseits in der Ventilhaube an. Auch hier ist deshalb die Herstellung der Ventilführung in zweiteiliger Form notwendig. Der Federteller ist beim Druckventil ausserdem gleichzeitig als Luftpuffer ausgebildet und oft in der Ventilführung ein kleines Loch eingebohrt, durch welches die Luft unter dem Federteller eintritt resp. beim Niedergang des Ventils entweicht.

Der Kompressorzylinder ist vermittelst vier Schrauben auf das Bett aufgeschraubt. Die Geradführung ist offen hergestellt, sodass der Kreuzkopf unter zwei gehobelten Leisten gleitet. Infolgedessen muss der Kompressor rückwärts laufen, damit der Druck auf die Geradführung stets nach unten gerichtet ist.

Die ausserdem noch aufgestellte kleine Kühlmaschine ist in Fig. 3 abgebildet. Die Leistung derselben beträgt 6000 Cal./Std.

Der Kondensator, welcher als rundes Gefäss aus Gusseisen hergestellt ist, dient gleichzeitig als Gestell für den Kompressor. Zylinder, Geradführung und Hauptlager sind an demselben angegossen. Der Zylinder ist doppeltwirkend und im allgemeinen genau so konstruiert, wie bei der grossen Maschine.

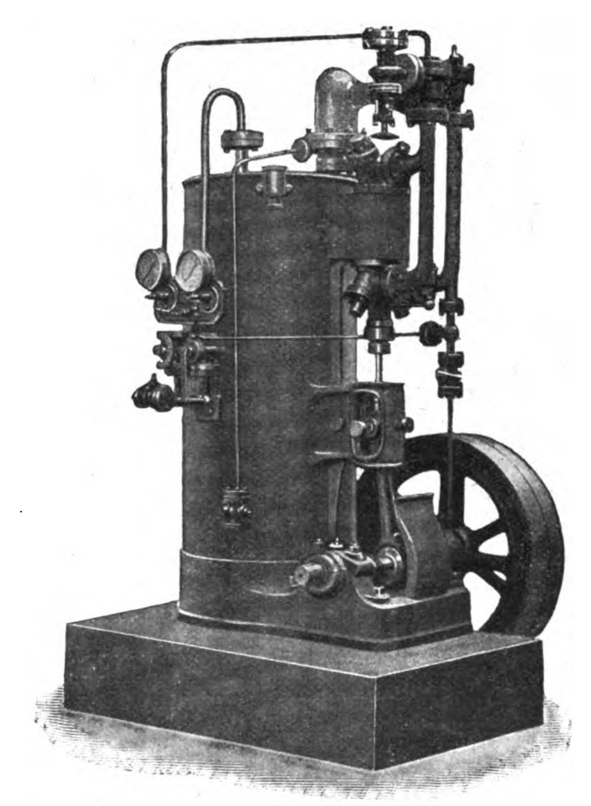


Fig. 3. Kühlmaschine von Eulenberg, Moenting & Co.

Die Geradführung ist als Rundführung ausgebildet. Die Schmierung des Kreuzkopfes und der Geradführung erfolgt durch konsistentes Fett. Die Hauptlager sind als geschlossene Ringschmierlager gebaut. Auf dem Eintrittsflansch des Kondensators ist ein Oelabscheider montiert, zwischen diesem und dem Hauptdruckrohr vom Kompressor kommend ein Rückschlagventil.

Regulierventil, Einsaughahn und Manometer sind seitlich am Kondensatorbassin angebracht.

Das am tiefsten Punkt des Oelabscheiders abgehende Rohr mit Abschlusshähnchen dient zum Ablassen des Oeles. Der Antrieb des Kompressors erfolgt vermittelst Fest- und Losscheiben von der Haupttransmission aus, welche im Fundament angebracht ist.

(Fortsetzung folgt.)

Neuerungen an den verschiedenen Systemen der drahtlosen Telegraphie.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**, Wien.

(Fortsetzung von S. 340 d. Bd.)

Neuere Wellenempfänger.

1. *Der einfache Wellenempfänger von L. Bleekrode.* Gelegentlich der Vorversuche für die Einführung der Wellentelegraphie nach System *Popoff*, zwischen dem Haken von Holland und dem 15 km entfernt verankerten Regierungs-Leuchtschiffe, sollte auch der Versuch einer telephonischen Verbindung gemacht werden. Da die hierfür notwendigen Instrumente von den verschiedenen Gesellschaften nicht so leicht zu beschaffen waren, versuchte *Bleekrode* eine äusserst einfache Anordnung, welche vorzügliche Ergebnisse lieferte. Er befestigte zwei Stück gewöhnlicher Lampenkohle von 5 cm Länge auf einem quadratischen Bodenbrett und verband dieselben mit einigen Trockenelementen und einem Telephone zu einem Stromkreis, wobei die Verbindung zwischen den beiden Kohlen durch drei quer und lose über dieselben gelegte Nähnadeln erfolgte. Diese Vorrichtung ist zum Em-

pfange bereit, wenn die eine Kohle mit dem Luftdrahte, die andere mit der Erde verbunden wird. Mit dieser einfachen Einrichtung konnten die Zeichen des *Morse*alphabetes nach dem Gehöre mit Leichtigkeit und grosser Genauigkeit aufgenommen werden. Der auf diese Weise gebildete Fritter erwies sich für die in Rede stehende allerdings geringe Entfernung ausreichend empfindlich und erfolgte die Aufnahme der Nachrichten weit schneller, als es bei Verwendung eines Relais in Verbindung mit einem *Morse*schreibapparate möglich gewesen wäre. Da dieser Fritter leicht transportabel ist und jederzeit zusammengestellt werden kann, dürfte er sich für vorübergehende Einrichtungen zur drahtlosen Telegraphie als besonders nützlich erweisen.

Bei der im Laboratorium festgesetzten Untersuchung über die Wirkungsweise dieses Fritters wurde, da eine Entfrittung desselben bei Verwendung des Telephones nicht notwendig war, an Stelle des Telephones ein aperiodisches Galvanometer der Westontype eingeschaltet. Im Nachbarraume wurde mit einem Funken von 3 cm gearbeitet und zeigte sich hierbei, dass jede Entladung eine Ablenkung der Galvanometernadeln bewirkte, dass dieselbe aber niemals in ihre ursprüngliche Lage zurückkehrte, ausser es wurde der Fritter durch eine leichte Erschütterung der Unterlage entfrittet. Dass beim Telephon ein Entfritten nicht notwendig war, wird der Selbstinduktion der Telephonspule zugeschrieben, welche anscheinend gross genug war, um diese Entfrittung zu bewirken, während diese Erscheinung bei Verwendung des Galvanometers nicht so kräftig zum Ausdrucke gelangte.

Bei Versuchen mit anderen Materialien, wie Kupfer, Nickel und Platin, sowie auch mit granulierter Mikrophonkohle an Stelle der Stahlnadeln, erwies sich dieser Fritter gleichfalls ausreichend empfindlich, nur zeigte sich bei Verwendung von Platin und Kohle manchmal eine Erhöhung an Stelle der Verringerung des Widerstandes.

Ein auf die quer gelegten Nadeln und hierdurch auf die Kontaktfläche ausgeübter Druck verhinderte den Einfluss elektrischer Wellen in keiner Weise. Wurden die Nadeln mit 1,5—5 kg belastet und hierbei die Vorsicht gebraucht, zwischen die Nadeln und dem Belastungsgewichte eine Glasplatte zu legen, so stellte sich die Ablenkung des Galvanometers oder das Ansprechen des Telephones unter Einwirkung des Funkens ebenso ein, wie in nichtbelastetem Zustande. Die ganze Einrichtung ist selbstredend ein sehr empfindliches Mikrophon, welches aber in der angegebenen Weise belastet, gegen Lautimpulse völlig unempfindlich wird.

2. *Der magnetische Wellenempfänger von Marconi.* Auf die Untersuchung von *Rutherford* und anderer gestützt, welche die Einwirkung elektrischer Ströme von hoher Frequenz auf ein Bündel magnetisierter Drähte eingehend studierten und fanden, dass hierbei eine rasche aber vorübergehende Entmagnetisierung des Drahtbündels erfolgte, hat *Marconi* es übernommen zu untersuchen, ob diese Erscheinung nicht auch für Zwecke der drahtlosen Telegraphie nutzbar gemacht werden könne. *Marconi* ist es nun gelungen, einen Wellenempfänger zu schaffen, welcher bei sehr grosser Empfindlichkeit sehr zuverlässig wirken soll und welchem nach *Marconis* Ansicht der Vorzug vor den Frittern zu geben ist, denen trotz der sorgfältigsten Zusammenstellung immer noch ein gewisser Grad der Unzuverlässigkeit anhaftet. Dieser Empfänger besteht aus einem aus dünnen Eisendrähten zusammengesetzten Kern oder Stab, über welchen ein oder zwei Lagen dünnen isolierten Kupferdrahtes gewunden werden. Ueber diese Windungen kommt eine Lage Isolationsmaterial, auf welches ein gleichfalls isolierter Kupferdraht, jedoch von bedeutend grösserer Länge, aufgewunden wird. Die untere Drahtlage kann hier als die primäre, die obere Drahtlage als die sekundäre Wicklung bezeichnet werden. Die Primärwicklung wird einesteils mit dem Luftdrahte, anderenteils mit der Erde eventuell unter Zwischenschaltung eines Resonators verbunden. Die Enden der sekundären Wicklung sind mit einem Telephone oder sonst einem passenden Empfangsinstrumente in Verbindung. In unmittelbarer Nähe des Eisenkerns ist ein permanenter Magnet, am besten ein Hufeisenmagnet, angeordnet, welcher durch ein Uhrwerk so gedreht wird, dass ein langsamer aber stetiger Wechsel in der Magnitisierung des Eisenkernes eintritt, wobei der Richtungswechsel aber erst dann erfolgt, wenn der Magnet am neutralen Punkte zwischen den beiden Enden des Kernes angelangt ist. Werden nun von einem Sender diesem Empfänger schnelle, elektrische Schwingungen von passender Periode zugeführt, so tritt ein plötzlicher Wechsel in der Magnetisierung des Eisenkernes auf, welcher naturgemäss Induktionsströme in den letzteren umgebenden Windungen hervorruft, die sich wieder in dem Telephone durch entsprechende Töne vernehmbar machen. Es lassen sich auf diese Weise die von der Sendestation einlangenden telegraphischen Zeichen mit grosser Sicherheit aufnehmen.

Wird der das Eisenbündel erregende Magnet entfernt oder bleibt derselbe in der Ruhelage, so reagiert dieser Empfänger nicht mehr auf diese Impulse selbst, wenn dieselben sehr kräftig übertragen werden.

Dieser Empfänger gelangte längere Zeit hindurch für die Aufnahmen der telegraphischen Zeichen zwischen den Stationen St. Chaterines Point, Isle of Wight und the North Haven Poole über eine Entfernung von 46 km und ebenso zwischen Poldhu in Cornwall und the North Haven über eine Entfernung von 243,2 km, wovon 68,8 km über Hochland und 174,4 km über See gingen, erfolgreich zur Anwendung. Es wurde hierbei die Erfahrung gewonnen, dass die Signale mit diesem Wellenempfänger über die gleiche Entfernung auch dann mit Sicherheit aufgenommen werden konnten, wenn in der Sendestation eine geringere Kraft zur Aufwendung gelangte, als solche notwendig gewesen wäre, um einen passenden Fritter zum Ansprechen zu bringen. Die Signale im Telephon waren dann am schwächsten, wenn die Pole des rotierenden Magnetes die Enden des Kernes gerade verliessen, während sie am stärksten auftraten, wenn sich die Magnetpole dem Kerne näherten.

Sehr gute Ergebnisse wurden mit einem Wellenempfänger, Fig. 58, erzielt, bei welchem der Kern aus einem endlosen Drahseil S aus dünnen Eisendrähten bestand, das über Rollen gelegt und mittels Uhrwerk in fortwährender, gleichförmiger Bewegung erhalten wurde. Gegenüber diesem Seile in der Mitte zwischen den beiden Rollen befand sich ein permanenter Hufeisenmagnet M, welcher auf das Eisen einen magnetisierenden Einfluss ausübte. Das Drahtseil war durch eine Hülse lose hindurch geführt, über welche die Drähte p und s der Primär- und Sekundärwicklung geschoben wurden. Es gelangten hierbei immer neue Teile des Seiles zur Magnetisierung und war die Wirkung in diesem Falle insofern eine bessere, als die Zeichen stets von gleicher Stärke blieben. Besser ist es, statt eines Hufeisenmagnetes deren zwei zu verwenden, die einander gegenüber liegen und sich die gleichen Pole zukehren. Je näher die Magnete zu den Drähten liegen, desto kräftiger ist die Wirkung.

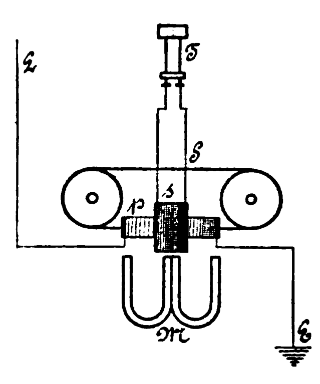


Fig. 58.

Mit diesem Empfänger werden die besten Wirkungen bei einer genau festgestellten magnetischen Kraft erzielt, deren Grösse jedoch von einer Reihe von Faktoren abhängt und für jeden einzelnen Fall ermittelt werden muss. Ebenso ist eine gewisse Geschwindigkeit der Bewegung Bedingung, um die besten Ergebnisse zu erhalten. *Marconi* hat für den Empfänger mit sich drehendem Magnete jene Geschwindigkeit als die vorteilhafteste ermittelt, bei welcher der Magnet eine gleichmässige Umdrehung in dem Zeitraume von zwei Minuten vollführt. Bei dem Empfänger mit endlosem Drahtseil wird die Zurücklegung eines Weges von 7,5 cm in der Sekunde als die zweckentsprechendste bezeichnet.

Für den Kern oder das endlose Seil kann sowohl Stahl als auch Eisen verwendet werden. Das beste Ergebnis wurde jedoch mit hartgezogenen Eisendrähten oder sonstigen Drähten aus weichem Eisen erzielt, welche vor ihrer Verwendung über die Elastizitätsgrenze ausgedehnt wurden. *Marconi* verwendet für seine Empfänger einen Eisenkern von 30 hartgezogenen Eisendrähten mit je einem Durchmesser von 0,5 mm und umwindet dieselben mit Seide umsponnenem Kupferdraht von 0,019 mm Durchmesser in einer

Lage, wobei der Draht eine Länge von 2,4 m hat. Für die Sekundärwicklung wird der gleiche Draht verwendet und dessen Länge so bemessen, dass der Widerstand der Spule dem Widerstand der Telephonspule annähernd gleich ist.

Die Länge der zwischen St. Chaterine's Point und Northhaven zur Verwendung gelangten elektrischen Wellen betrug annähernd 200 m und waren die angegebenen Grössen für diese Wellenlängen ermittelt. Gelangen längere Wellen zur Anwendung, so ist es von Vorteil, die Länge der Primärwindung zu vergrössern.

Es steht ausser Zweifel, dass die Sekundärwicklung bei diesem Empfänger ganz entfallen kann, indem das Telephon zwischen das eine Ende der Primärwicklung und der Erde geschaltet wird. Es sprechen jedoch verschiedene Gründe für die Beibehaltung der zweiten Windung.

Wie schon erwähnt wurde, ist dieser Wellenempfänger viel empfindlicher, als ein Fritter und scheint sich auch viel besser zu bewähren als dieser, und zwar aus dem Grunde, weil derselbe weder einer besonderen Vorkehrung, noch einer Adjustierung bedarf, wie solche sich beim Fritter unabweisslich ergeben. Von besonderem Vorteil erweist sich die Anwendung dieses neuen Empfängers für die abgestimmte Wellentelegraphie. Die elektrische Abstimmung zwischen Sender und Empfänger ist nämlich von der genauen elektrischen Resonanz der verschiedenen Stromkreise der Transformatoren abhängig, wie solche in dem Empfängerstromkreise zur Anwendung gelangen. Bei Verwendung von Frittern bot die Tatsache, dass es nicht immer möglich wird, den Fritter nach erfolgter Anregung durch Klopfen auf den ursprünglichen Widerstand zu bringen, grosse Schwierigkeit für eine genaue Abstimmung. Der Sekundärstromkreis der genannten Transformatoren war nämlich zu gewissen Zeiten offen und zu gewissen Zeiten durch einen veränderlichen Widerstand geschlossen, und wies demnach bemerkbare Aenderungen in der natürlichen Schwingungsperiode auf. Bei dem magnetischen Wellenempfänger bleibt sich der Widerstand der Windungen stets gleich und ist nur sehr geringen Aenderungen unterworfen, so dass die natürliche Schwingungsperiode des sekundären Empfangsstromkreises stets nahezu die gleiche bleibt. Ausserdem arbeitet dieser Empfänger auch mit einer viel geringeren elektromotorischen Kraft und kann infolgedessen die Induktanz des sekundären Stromkreises des abgestimmten Transformators herabgemindert werden, wobei die Schwingungsperiode durch einen in diesen Stromkreis eingeschalteten Kondensator geregelt wird. Dieser Kondensator kann nun infolge der geringeren Induktanz dieses Stromkreises viel grösser gewählt werden, als dies bei Verwendung eines Fritters möglich wäre. Aus allen diesen Gründen lässt sich der Empfänger auf einen bestimmten Sender, welcher stets gleichförmige Wellen entsendet, viel besser und genauer abstimmen, als dies bei Anwendung eines Fritters möglich wäre.

Die Erwägungen, die für die Konstruktion dieses Wellenempfängers massgebend waren, sind folgende: Es ist eine bekannte Tatsache, dass bei einem Wechsel der Intensität einer auf Eisen einwirkenden magnetischen Kraft immer einige Zeit vergeht, ehe der diesem Wechsel entsprechende magnetische Zustand im Eisen erreicht ist. Steigt nun die magnetisierende Kraft allmählich und vollkommen gleichmässig bis zu einer gewissen Höhe an, um dann im gleichen Verhältnisse wieder abzunehmen, so dass sie eine zyklische Aenderung durchmacht, so wird die entsprechende Aenderung des auf diese Weise im Eisen induzierten Magnetismus hinter der magnetisierenden Einwirkung zurückbleiben. Diese Erscheinung ist unter der Bezeichnung „magnetische Hysteresis“ allgemein bekannt. *Rutherford*, *Gerosa*, *Finzi* und andere haben nun gezeigt, dass rasch wechselnde Ströme oder hochfrequente, elektrische Schwingungen, welche auf das Eisen einwirken, die Erscheinung der magnetischen Hysteresis bedeutend herabdrücken und so das Eisen veranlassen, der veränderlichen magnetisierenden Einwirkung mit grosser Leichtigkeit zu folgen.

Die Wirkung der elektrischen Schwingungen auf das Eisen beruht aller Wahrscheinlichkeit nach auf einer Lockerung der Eisenmoleküle, wodurch diese befähigt werden, dem richtenden Einfluss der wechselnden magnetisierenden Kraft fast sofort zu folgen. Die Einwirkung des elektrischen Funkens erklärt sich nun in folgender einfacher Weise. Während das Eisen im normalen Zustande der Einwirkung der veränderlichen magnetisierenden Kraft nicht sofort zu folgen vermag, und sohin der Magnetismus des Eisens hinter dieser magnetisierenden Kraft zurückbleibt, folgt es unter Einwirkung der durch seinen elektrischen Funken hervorgerufenen elektrischen Schwingungen diesem Einflusse sofort, und es entsteht ein stossweises Anwachsen des induzierten Magnetismus, welcher infolge seiner plötzlichen Wirkung in die dasselbe umgebenden Drahtwindungen einen Strom von hinreichender Stärke induziert, um das in diesen Stromkreis eingeschaltete Telephon zum Ansprechen zu bringen.

Es dürfte hier von Interesse sein, die diesbezüglich von Prof. *Ernest Wilson* im Laboratorium des Kings College in London durchgeführten Untersuchungen über das Verhalten von Eisen unter Einwirkung elektrischer Schwingungen im Auszuge zu bringen, weil dieselben weitere wünschenswerte Auskünfte über diesen interessanten Gegenstand bringen. Um diesen Einfluss hochfrequenter Ströme auf das Eisen zu studieren, wurde ein harter Stahldraht von 0,025 cm und ein weicher Eisendraht von 0,0265 cm Durchmesser gewählt. Jedes dieser Stücke wurde in je 40 Windungen zu einem Ring von 3 cm Durchmesser gewunden und mit einer primären und einer sekundären Windung, letztere für die ballistische Galvanometeruntersuchung, versehen. Ausserdem wurde jeder dieser Ringe noch mit drei Windungen Kupferdrahtes versehen, welche mit dem Empfänger in Verbindung standen. Letzterer bestand, wenn elektromagnetische Impulse zur Anwendung gelangten, aus einem Kondensator und 9 Windungen Kupferdrahtes, welche einen Ring von 1,3 m Durchmesser bildeten, und aus zwei hartgezogenen Messingdrähten, wenn mit *Hertz*schen Wellen gearbeitet wurde. Die Entfernung zwischen Sender und Empfänger betrug 12 m. Die magnetisierende Kraft wurde durch einen Flüssigkeitsstromwender geändert und wurde konstant gehalten, wenn die cyklische Kurve der Induktion den steilen Teil erreicht hatte. In Fig. 59 sind diese cyklischen Kurven für Eisen und Stahl dargestellt. Die magnetisierende Kraft wurde in

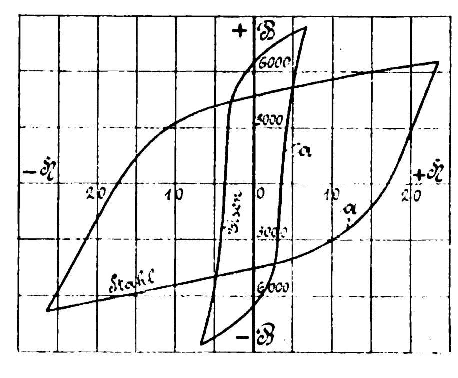


Fig. 59.

jedem Falle bei den mit *a* bezeichneten Punkten geändert, bevor die elektrischen Impulse zur Einwirkung gelangten. Eine anscheinende Erhöhung der grössten Intensität der magnetischen Induktion um 14 bezw. 6 v. H. wurde hierbei in den untersuchten Stahl- und Eisenmustern beobachtet. Inwiefern hierbei der Einfluss der *Hertz*schen Wellen allein massgebend war, oder ob auch die elektromagnetische Induktion hierbei eine Rolle spielte, ist schwer zu entscheiden, da beide zu gleicher Zeit einwirkten. Wahrscheinlich ist es, dass alle mit den Ringen in unmittelbarer Verbindung stehenden Drähte mitwirkten, um die Impulse zu empfangen.

Es sei hier noch hervorgehoben, dass bei diesen Versuchen der empfangende Stromkreis mit dem Sendestromkreis abgestimmt war und eine Frequenz von annäherd 1,51 . 0,6 Perioden in der Sekunde hatte.

Bei weiteren Versuchen wurde ein Telephon von 130 Ohm Widerstand mit einer um den Ring gewundenen Spule von 840 Windungen und 23 Ohm Widerstand verbunden. Das Telephon gab jedesmal unter dem Einflusse der Funken einen sehr kräftigen Ton, wenn durch den Stromwender der Magnetismus entlang dem steilen Teile der cyklischen Kurve anstieg.

Die Verbindung der einzelnen Teile der für den Empfang

getroffenen Einrichtung zeigt Fig. 60 und stellt *A* den Flüssigkeitsstromwender mit Kupferplatten in verdünnter Kupfersulfatlösung, *B*. eine Akkumulatorenbatterie, in Verbindung mit einem einstellbaren Widerstande *R*, *D* die um den zu untersuchenden Ring gewundene Magnetisierungsspirale, *E* die zum Empfänger führende Spule und *F* die zum Telephone *T* führende Spule dar. Um die Einwirkung der hochfrequentigen Ströme auf das Telephon zu erhöhen, die Einwirkung der örtlichen magnetisierenden Kraft auf dasselbe hingegen zu unterdrücken, wurden stets zwei derartiger Ringe mit entgegengesetzt gewickelter Telephonspule so angeordnet, dass die Wechsel der örtlichen magnetisierenden Kraft einflusslos blieben, die magnetisierenden Kräfte der Ströme hoher Frequenz sich aber gegenseitig unterstützten. Bei diesen Versuchen gelangten verschiedene grössere Werte der magnetischen Induktion zur vergleichsweisen Anwendung, doch konnte ein Unterschied in der Wirkung bei Anwendung einer mittleren und einer grossen magnetisierenden Kraft nicht gefunden werden.

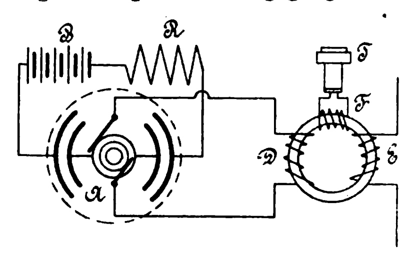


Fig. 60.

Ein Vergleich zwischen der Umkehrung des Magnetismus mittels elektrischen Stromes und mittels drehendem Magneten wurde ebenfalls durchgeführt. Es besteht hier eine Verschiedenheit der Wirkung zwischen diesen beiden Verfahren der Umkehrung, indem im ersteren Falle der Magnetismus durch Null hindurch geht, während im zweiten Falle die Umkehrung in einem rotierenden magnetischen Felde erfolgt. Trotz dieses Unterschiedes konnte eine geänderte Wirkung nicht wahrgenommen werden, indem mit beiden Verfahren gleich gute Ergebnisse erhalten wurden. Es blieb sich für den letzteren Fall auch vollkommen gleichgiltig, ob der Magnet auf das zu einem Hufeisen gebogene Eisenbündel aufgesetzt, sodann von demselben entfernt, der Magnetismus umgekehrt und hierauf der Magnet dem Bündel wieder genähert wurde oder ob derselbe an den Enden des Bündels einfach rotierte.

Um den Einfluss mechanischer Einwirkungen auf das Eisenbündel in Bezug auf diese Erscheinung zu untersuchen, wurde ein Bündel von 50 Drähten gleichen Durchmessers, wie früher angegeben, in einem hölzernen Rahmen aufgehängt und mit einer Magnetisierungsspirale von 22 Windungen für den cm Länge des Drahtbündels umgeben, in welcher ein Strom von 0,5 bezw. 1 Ampère in der bereits angegebenen Weise umgekehrt wurde. Ueber diese Windungen wurde ein Telephonstromkreis angeordnet. Wurde nun dieses Drahtbündel einem Zuge von 7,37 kg/qmm ausgesetzt und gleichzeitig der Verdrehung unterworfen, so wurden die Einwirkungen elektrischer Wellen auf dasselbe, wie aus dem Telephon deutlich zu entnehmen war, wesentlich vergrössert. Auch mit weichen Nickeldrähten, welche mit 9,76 kg/qmm belastet waren, wurden ähnliche bemerkenswerte Ergebnisse erzielt. Die Verdrehung übt hierbei einen wesentlichen Einfluss aus, indem der Ton im Telephon anstieg, wenn die Verdrehung des Drahtbündels 2--3° auf 1 cm Länge betrug. Ohne Verdrehung des Drahtbündels traten die Töne verhältnismässig schwach auf.

Zur Untersuchung des Einflusses der Wärme auf diese Erscheinung wurde ein gleiches Drahtbündel horizontal unterstützt und mit einer Akkumulatorenbatterie verbunden. Das Bündel wurde hierauf mit einer Asbestlage umkleidet und über diese wurden mit Asbest umsponnene Drähte für den magnetisierenden Strom gewunden. Ein Telephonkreis, gleichfalls durch Asbest geschützt, wurde über diese Windungen gelegt. Die Wirkungen im Telepohne nahmen mit zunehmender Erwärmung des Eisens durch den Strom der Akkumulatorenbatterie zu und waren am deutlichsten ausgesprochen, wenn das Eisen bis zu jener kritischen Temperatur erwärmt wurde, bei welcher dasselbe den Magnetismus verliert.

Diese Versuche geben die besten Anhaltspunkte für jene Bedingungen, welche bei Konstruktion eines derartigen Empfängers zu erfüllen sind, um ihn auf die höchste Stufe der Wirksamkeit zu bringen.

Die Untersuchungen von M. Ferrié, Tissot und Turpain.

M. Ferrié, Hauptmann in der französischen Armee, *Tissot*, Leutnant der französischen Kriegsmarine und *A. Turpain*, Professor an der Universität zu Bordeaux haben, jeder für sich, selbständige Untersuchungen über die Wirkungsweise der einzelnen bei der drahtlosen Telegraphie zur Verwendung gelangenden Einrichtungen durchgeführt, deren auszugsweise Wiedergabe schon mit Rücksicht darauf, dass durch diese Untersuchungen eine teilweise Klarstellung vieler noch offenstehender Fragen erfolgte, nicht ohne Interesse sein dürfte.

1. *Die Untersuchungen von M. Ferrié.*

Die Untersuchungen dieses Forschers erstreckten sich namentlich darauf, über die Wirkungsweise der Sende- bzw. Auffangstange oder des Luftdrahtes, sowie der Erde, Aufklärung zu schaffen und die verschiedenen Einflüsse, welche Störungen hervor zu rufen vermögen, unterscheiden zu lernen. Auch suchte *Ferrié* die Verteilung des von dem Sendedrahte ausgehenden magnetischen Feldes zu erforschen und bediente er sich zu diesem Zwecke einer in einem Luftballon eingerichteten Station. Das Studium aller dieser Erscheinungen führte ihn zur Schaffung einer Anordnung, bei welcher die verschiedenen Teile derselben derartig zusammengestellt sind, dass die Bedienung auch minder geübten Organen überlassen werden kann.

Bezüglich der Rolle des Luftdrahtes stellte *Ferrié* gegenüber anderen Forschern fest, dass die Entfernung, über welche Nachrichten zu ermitteln sind, von der Länge des erzeugten Funkens nur insofern abhängig ist, als dessen oszillatorische Natur noch entschieden ausgesprochen bleibt. So ergaben sehr lange Funken oft bedeutend schlechtere Ergebnisse, als viel kürzere aber gut oszillierende Funken. Die beste Bedingung für eine ausreichende Fernübertragung sind, wie dies auch *Tissot* bestätigt hat, dann gegeben, wenn die Länge des Funkens eine solche ist, dass die Länge der entsendeten Wellen gleich der vierfachen Höhe des Luftdrahtes wird.

Tissot konstatierte hierbei, dass es nicht gleichgiltig sei, mit welchem Pole des Erregers der Luftdraht verbunden ist, indem immer bessere Ergebnisse dann erzielt wurden, wenn die Verbindung mit dem negativen Pole desselbigen erfolgte.

Ferrié zeigte ferner, dass eine Verbindung des Luftdrahtes mit der Erde, namentlich, wenn es sich um geringere Entfernung handelt (35—40 km), sowohl für den Sender, als den Empfänger nicht notwendig sei. (Prof. *Braun* hat bei seinem Systeme die Erdverbindung des Luftdrahtes überhaupt ausgeschlossen.) Bei seinen diesbezüglichen Versuchen zwischen Biot und und dem Kreuzer Prinzessin Alice wurden alle Nachrichten bei Abwesenheit der Erdverbindung dann aufgenommen, wenn dieser Kreuzer nicht weiter als 40 km entfernt war. Sobald jedoch diese Entfernung überschritten wurde, musste die Erdverbindung hergestellt werden, dies führte *Ferrié* zu folgenden Schlussfolgerungen: Jede Verbindung des Luftdrahtes kann beseitigt werden. Es müssen hierbei aber das Induktorium, die dasselbe speisende Elektrizitätsquelle, sowie alle Teile des Uebertragers auf das sorgfältigste isoliert werden. An Stelle der Erdverbindung ist der Luftdraht mit einer entsprechenden Kapazität, die gleichfalls sorgfältigst isoliert sein muss, zu verbinden. *Ferrié* verwendet zu diesem Zwecke Metallblätter, die an Pflöcken aufgehängt und durch Ebonitzylinder isoliert sind. Diese Metallblätter sind annähernd 2 m über dem Boden aufgehängt und können sowohl senkrecht als wagerecht angeordnet werden.

Die Länge des Funkens, welcher das günstigste Ergebnis liefert, wird um so geringer, je grösser die Oberfläche dieser Metallblätter ist. Wendet man beispielsweise eine derartige isolierte Oberfläche von 5 qm an, so muss im Vergleiche mit einem geerdeten Luftdrahte die Höhe desselben doppelt so hoch gemacht werden, um die gleiche Entfernung zu erreichen. Hebt man in der Empfangsstation die Erdverbindung einfach auf, so verschlechtert sich der Empfang bedeutend. Erhöht man dann aber den Luftdraht um das Doppelte, so wird die Verständigung wieder eine regelrechte. Auch hier wird durch die Anwendung einer Kapizität die Wirkung günstig beeinflusst.

Stellt man hingegen in der Sendestation die Erdverbindung wieder her, so erfolgt der Empfang in der nicht geerdeten Empfangsstation auch dann in ganz regelrechter Weise, wenn der Luftdraht nicht erhöht und die Verbindung mit der Kapazität aufgehoben wird.

Die Beglaubigung dieser Tatsache, die von *Braun* bereits früher festgelegt wurde, durch einen vollständig unbeeinflussten Forscher ist insofern wertvoll, als man mit dem Gedanken der Notwendigkeit einer solchen Verbindung endgiltig gebrochen hat. Der praktische Wert dieses Untersuchungsergebnisses ist darin gelegen, dass man überall dort, wo die Anlage einer entsprechenden Erdleitung auf Schwierigkeiten stösst, sich an Stelle derselben derartiger Kapizitäten bedienen wird.

Die bei den verschiedenen Versuchen mit der drahtlosen Telegraphie beobachteten Störungen lassen sich auf drei verschiedene Ursachen zurückführen und zwar: Auf die oszillatorischen Entladungen, die von Blitzschlägen herrühren, die Wechsel des elektrischen Feldes der Erde, welche Aenderungen des Potentiales zwischen den beiden Luftdrähten und der Erdverbindung hervorrufen und endlich die Einflüsse der Wärme, welche namentlich in tropischen und subtropischen Gegenden empfindlich bemerkbar werden. (Hierzu gesellt sich noch, wie dies *Marconi* bei seinen Versuchen, über den atlantischen Ozean zu sprechen, das erstemal festgestellt hat, auch noch die Einwirkung des Lichtes.) Ueber die Erkennung und Beseitigung dieser Störungen wird in dem diesbezüglichen Berichte keine nähere Aufklärung gegeben.

(Fortsetzung folgt.)

Das Technolexikon des Vereins Deutscher Ingenieure.

Das Anfang 1901 vom *Verein Deutscher Ingenieure* ins Leben gerufene Unternehmen eines *allgemeinen technischen Wörterbuches* in den drei Sprachen Deutsch, Englisch und Französisch hat im In- und Auslande grossen Anklang und wesentliche Förderung gefunden. Vereine und Einzelpersonen sind der Einladung zur Mitarbeit in grosser Anzahl gefolgt und haben ihren lebhaften Eifer teils schon durch Einsendung handschriftlicher Fachwörtersammlungen, teils durch feste Zusage solcher Beiträge bestätigt. Bis jetzt (Mai 1903) arbeiten 341 Vereine, mit (272 deutsche, 42 englische und 27 französische), entweder durch planmässige Sammlung der technischen Ausdrücke und Redewendungen der durch sie vertretenen Fächer, oder durch sonstige nachhaltige Förderung (insbesondere durch Werbung von Mitarbeitern), oder endlich durch Zusendung ein- und mehrsprachiger Texte (Geschäftskataloge, Inventarverzeichnisse, Stücklisten von Maschinen, Lehr- und Handbücher usw.). Zu den deutsch-sprachigen Mitarbeitern gehören auch die österreichischen und schweizerisch-deutschen, zu den französischen auch die belgischen und schweizerisch-französischen, zu den englischen auch die amerikanischen, canadischen, südafrikanischen, angloindischen, australischen usw.

Mitarbeitende *deutsche Vereine* sind z. B.: die meisten der 42 Bezirksvereine des Vereins Deutscher Ingenieure; Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen; Verein Deutscher Chemiker; Zentralverband der Preussischen Dampfkesselüberwachungsvereine; Verband Deutscher Patentanwälte; Deutsche Schiffbautechnische Gesellschaft, usw. usw.; — *französische Vereine:* Société des Ingénieurs Civils de France, Paris; Association Amicale des Anciens Elèves de l'École Centrale, Paris; Société Internationale des Electriciens, Paris; Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Paris; Société Française de Photographie, Paris; Syndicat Général de l'Industrie des Coirs et Peaux de la France, Paris, usw. usw.; — *englische Vereine:* Institution of Mechanical Engineers, London; Institution of Electrical Engineers London; Junior Institution of Engineers, London; Society of Chemical Industry, London; Institution of Mining Engineers, Newcastle-on-Tyne; Iron and Steel Institute, London; Society of Architects, London; British Optical Association, London; Optical Society, London; Cycle Engineers' New York; American Society of Mechanical Engineers, New York; American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association, Chicago; American Chemical Society, Brooklyn; Western Society of Engineers, Chicago usw.; South-African Association for the Advancement of Science, Capetown und Johannesburg, usw. usw.

Von grösseren Firmen und Einzelpersonen haben 2185 ihre Mitarbeit zugesagt, darunter z. B. folgende Grossindustrielle: *Fried. Krupp* in Essen und das *Fried. Krupp-Grusonwerk* in Buckau-Magdeburg; *Kaiserliche Torpedowerkstatt* in Friedrichsort bei Kiel; *Siemens & Halske A.-G.*, Berlin und Charlottenburg; *Vereinigte Königs-und Laurahütte*, Königshütte (O.-S.); *Arthur Koppel*, Berlin, New York, Kapstadt usw.; *Gebr. Körting*, Körtingsdorf bei Hannover, London und Paris; *Blohm & Voss*, Komm.-Ges. auf Aktien, Hamburg; *Elsässische Maschinenbaugesellschaft*, Mülhausen und Grafenstaden, usw.; *Whitehead & Co.*, Torpedofabrik in Fiume; *Maschinenfabrik Oerlikon*, Oerlikon bei Zürich, usw. usw.; — *Westinghouse Brake Co.*, London und New York; *J. J. Griffin & Sons*, London; *The W. T. Henley's Telegraph Works Co.*, London; *Fraser & Chalmers*, Erith (Kent); *Twyfords Ltd.*, Hanley (Staffs.): *Sherwin & Cotton*, Hanley; *Walter E. Mason*, Horwich (Lancashire), usw.; *Trenton Iron Co.*, Trenton (New Jersey, U. S. A.); *B. F. Sturtevant Co.*, Boston und Berlin (Ventilatorenfabrik); *Thos. D. West Co.*, Sharpsville (Pa.); *Manning, Maxwell & Moore*, New York; *The Fairbanks Company*, New York und London, usw. usw.; — *J. & A. Niclausse*, Paris; *Panhard & Levassor*, Paris; Delaunay-Belleville, St. Denis; *Schneider & Cie*, Le Creusot; *Administration des Chemins de fer Paris—Lyon—Méditerranée.* Paris, usw.; *Fabrique nationale d'armes de guerre*, Herstal-Lüttich; *Société anonyme John Cockerill*, Seraing bei Lüttich; *Administration des Mines*, Morlanwelz bei Mons (Belgien), usw. usw.

Schon allein das Ausziehen von Wörterbüchern (wie Sachs-Villatte, Muret-Sanders, Tolhausen usw.) und ganz besonders die Bearbeitung von Tausenden ein- und mehrsprachiger Geschäftskataloge und Preislisten sowie von Lehr- und Handbüchern, Lagerverzeichnissen, Stücklisten, Zolltarifen usw. hat bis Mai 1903 im ganzen 1 200 000 Wortzettel ergeben. Dazu kommen nun in den nächsten zwei Jahren die Hunderttausende von Wortzetteln, die sich aus den Mitarbeiterbeiträgen ergeben werden. Zur Niederschrift dieser Beiträge hat der Verein Deutscher Ingenieure den Technolexikon-Mitarbeitern besondere handliche „Merkhefte“ (jedes mit 3 ABC-Registern) zugesandt; diese sollen im Laufe des Jahres 1904 von der Redaktion des Technolexikons einberufen werden. Unaufgefordert sind schon jetzt 207 gefüllte Merkhefte in der weiter unten angegebenen Geschäftsstelle eingelaufen.

Da die Beiträge der Mitarbeiter erst 1904 eingefordert werden, so haben alle diejenigen, die am Technolexikon mitarbeiten wollen, noch Zeit und Gelegenheit, sich zum Vorteile der von ihnen vertretenen Fächer zu beteiligen. Beiträge aus allen technischen Fächern (einschliesslich der Handwerke) sind willkommen, und es ist klar, dass kleine Beiträge von einer erheblichen Anzahl verschiedener Mitarbeiter nützlicher sein werden als grosse Beiträge von wenigen zusammengestellt, die natürlich nicht so viele Fächer eingehend behandeln können. Auch bloss einsprachige Beiträge, ohne beigegebene Uebersetzung, sind für die Redaktion äusserst wertvoll; am meisten willkommen sind natürlich zwei- oder dreisprachige Beiträge, ebenso mehrsprachige Geschäftskataloge und sonstige technische Texte. Verspätete Einsendungen, die bis zum Redaktionsschlusse (Ende 1906) eintreffen, werden vor der Drucklegung noch mitverwertet.

Zu jeder weiteren Auskunft ist der leitende Redakteur gern bereit; Adresse: Technolexikon, *Dr. Hubert Jansen*, Berlin (NW. 7), Dorotheenstrasse 49.

Bücherschau.

Elektrische Fernschnellbahnen. Von Dr. *Max Roloff*, Halle a. S., 1902. Gebauer—Schwetschke.

Die vorliegende, $4^1/_2$ Bogen umfassende und durch einen erst kürzlich erschienenen Nachtrag, auf 87 Druckseiten erweiterte Schrift, ist weder lediglich für Fachleute noch weniger im Interesse einer bestimmten Unternehmung geschrieben, sondern bietet im allgemeinen eine streng sachliche Darlegung und kritische Ueberprüfung fast aller jener Haupt- und Nebenbedingungen, von denen die Frage der elektrischen Fernschnellbahnen berührt wird. Die Behandlung des Stoffes darf ohne weiteres als vorzüglich bezeichnet werden, und wenn dieselbe auch in erster Linie einem Leserkreise angepasst



ist, von dem eine einschlägige Fachbildung nicht gefordert wird, so bildet die Schrift schon mit Rücksicht auf die darin durchgeführte, unbefangene Vergleichung aller bisherigen Entwürfe und die Besprechung aller bis auf die neueste Zeit reichenden Vorstudien und und Erfahrungen auch für den engeren Kreis der Sachverständigen eine höchst interessante, wertvolle Lektüre. Bei dem unverkennbaren Bestreben des Verfassers, seinen Gegenstand mit der grössten Objektivität und nach möglichst vielen Richtungen zu beleuchten, ein Bestreben, das allerdings im zuerst erschienenen Teile der Schrift ungetrübter zu Tage tritt, als im Nachtrage, bleibt es lebhaft zu bedauern, dass auch er der volkswirtschaftlichen Seite der Fernschnellbahnen überhaupt, gleichwie der Frage ihrer Notwendigkeit und Bedeutung für den Weltverkehr keine eingehendere Beachtung widmet und ebenso die Prüfung der Fernschnellbahnfrage vom hygienischen Standpunkte — eine auf S. 83 angeführte, kurze, unmassgebliche Bemerkung abgerechnet — unerörtert lässt. Auch dünkt es uns ein Widerspruch, wenn der Verfasser auf Seite 34 ohne jeglichen Vorbehalt den Ausspruch tut, dass der elektrische Schnellbahnbetrieb unzweifelhaft im Laufe der Zeiten auf *allen Bahnen* eingeführt werden wird, während die späteren Darlegungen sehr richtig nachweisen, wie wenig sich diese neue Betriebsform mit der bisherigen vereinbaren lässt und wie ausgedehnt und einschneidend die Umgestaltung der heutigen Spurwege sind, welche die Einführung erheischen würde. Wie sehr ein Nebeneinander der alten und neuen Betriebsform als ausgeschlossen gelten darf, erscheint gerade im 5. Kapitel der Schrift — *„Betriebstechnische Rücksichten für und wider die Einführung des elektrischen Schnellbahnbetriebes“* — ebenso eingehend als klar nachgewiesen, nicht aber, wer die Millionen, ja Milliarden tragen soll, welche selbst bei einer langsamen, nur schrittweisen Umgestaltung der bisherigen Eisenbahnen der Welt im vorliegendem Sinne neu beschafft, bezw. an dem Bestehenden eingebüsst werden müssten? Trotz dieser offengelassenen Weiterungen der Frage des Schnellbahnbetriebes und der schon weiter oben erwähnten Lücken bleibt die *Dr. Koloff*'sche Schrift für alle Fälle eine der gediegensten Bearbeitungen des Gegenstandes, so dass sie Jedermann — ob Freund ob Gegner — wärmstens empfohlen werden kann.

L. K.

Schulbauprogramm nach dem Entwurfe des Schulbauten-Ausschusses der Hamburgischen Schulsynode, bearbeitet von *H. Th. Matth. Meyer* und *Georg Vollers*, Hamburg 1901. Leopold Voss.

Das vorliegende 84 Seiten starke und mit 75 Ansichten und Grundrissen ausgestattete Heftchen bietet mehr, als etwa nur eine Reihe von Regeln, nach denen sich die Hamburger Baubehörden bei dem Entwurfe von Schulbauten zu richten hätten. Es bespricht vielmehr die allgemeinen Grundsätze, die für den Bau und die Ausstattung von Volksschulgebäuden in grossen Städten massgebend sein sollen und erläutert diese Grundsätze durch zahlreiche Beispiele von ausserhalb Hamburgs ausgeführten Schulbauten. Da die Bearbeiter des Programms nicht Baumeister, sondern Lehrer sind, so überlassen sie die Ausführung ihrer Vorschläge im Einzelnen dem Architekten, den sie nicht durch Aufstellung kleinlicher Vorschriften in dem was ihm zukommt, irgendwie beschränken wollen.

Rauter.

Zentralblatt der Bauverwaltung, Inhaltsverzeichnis der Jahrgänge 1891—1900, XI bis XX, herausgegeben im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, bearbeitet von *R. Hartmann*. Berlin 1902. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. 4°.

Gut geordnete Inhaltsverzeichnisse erhöhen den Wert eines Buches und einer Zeitschrift; ja man kann sogar behaupten, dass ohne ein solches mit den Jahren die Benutzungsfähigkeit eines Werkes sehr rasch abnimmt, sobald eben die persönliche Erinnerung an das Gelesene aufhört, oder die betreffenden Bücher oder Zeitschriften in andere Hände kommen. Andererseits kann der Wert von Zeitschriften durch die Herausgabe von solchen Inhaltsverzeichnissen noch bedeutend gesteigert werden, die sich über eine grössere Reihe von Jahren erstrecken und demgemäss dem Benutzer ein sonst so zeitraubendes Nachschlagen in einer Reihe von alten Jahrgängen ersparen. Es ist darum mit Freuden zu begrüssen, dass von dem Zentralblatt der Bauverwaltung, ebenso wie seinerzeit für die ersten 10 Jahrgänge, so auch jetzt für die zweiten 10 Jahrgänge, ein zusammenfassendes Inhaltsverzeichnis herausgegeben worden ist, sodass der Inhaber dieser Zeitschrift statt in 20 in nur 2 Bänden nach irgend einem Gegenstande zu suchen braucht. Jedoch auch für solche, die das Zentralblatt nicht selber besitzen, wird das Inhaltsverzeichnis wertvoll sein, insofern es sich als wichtiges Hilfsmittel bei litterarischen Arbeiten erweisen wird.

Rauter.

Zieglers graphische Darstellung der trigonometrischen Funktionen nebst Tafeln zur Konstruktion bestimmter Winkel und Linien. Herausgegeben von *Feodor Peters*. Wiesbaden 1902. C. W. Kreidels Verlag.

Dieses Schriftchen bildet einen im eigenartigen graphischen Wege gewonnenen, für den praktischen Gebrauch äusserst bequemen Behelf zur Ausführung geometrischer Zeichnungen, sei es um bestimmte Winkel aufzutragen oder in Linien dargestellte Winkel zu messen, sei es um die Seite eines in einem Kreise von gegebenem Halbmesser einzuschreibenden, regelmässigen Vieleckes zu bestimmen. Zu dem Ende sind zuvörderst die goniometrischen Tafeln für Sinus, Tangente und Sehne in die Form von Masstäben gebracht, aus denen die gewünschten Daten ohne weiteres mit dem Zirkel abgegriffen werden können. Eine vierte ähnliche Tabelle dient gleicherweise zum unmittelbaren Abgreifen der regelmässigen Vieleckseiten vom Dreieck angefangen bis zum Einundzwanzigeck, ferner eine fünfte Tafel zum Messen *bestimmter* Winkel und deren Vielfaches und eine sechste Tafel endlich bildet lediglich einen Verkürzungsmasstab für 21 der gebräuchlichsten Umsetzungsverhältnisse. Welch grosse Arbeitserleichterung diese mit peinlichster Genauigkeit angefertigten Tabellen für Tief- und Hochbaumeister, für Feldmesser, Eisenbahn- und Strassenbauingenieure, für Konstrukteure, Maschinen- und Bauzeichner sowie verschiedene andere technische Berufe zu gewähren vermögen, liegt auf der Hand. Ihre Gebrauchnahme ist durch die zu jeder Tabelle durchgeführte, theoretische Ableitung klar und leicht fasslich erläutert und unterliegt nach wenigen Vorversuchen auch nicht der geringsten Schwierigkeit. Da die Tabellen auf zähem Kartonpapier abgezogen sind, darf auch vorausgesehen werden, dass die beim Umdruck entstehenden unvermeidlichen Abweichungen sich noch weit innerhalb Fehlergrenzen bewegen, die geringer sind als jene, welche das abgespannte Papier des Reisbrettes oder des Messtisches aufweist, und die sonach für die Praxis belanglos sind.

L. K.

Zuschrift an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit des Einsenders.)

Umsteuerbare Drehflügelschraube.

Zu meinem Aufsatz in No. 17 d. Bl. über „Die Technik auf der Ausstellung für Kartoffelverwertung“ sei es mir gestattet, einem Wunsch des Herrn *Karl Meissner*-Hamburg entsprechend, eine Ergänzung zu geben. Die *Gasmotorenfabrik Deutz* verwendet als Umsteuerungsmechanismus für ihre Drehflügelschraube die von Herrn *Meissner* erfundene und ihm unter No. 77 207 patentierte Vorrichtung, welche den älteren Konstruktionen gegenüber den Vorzug wesentlich höherer Haltbarkeit besitzt. Hierbei ist in die hohle Schraubenwelle ein starkes, hohles Stück mit zwei einander gegenüberliegenden Längsschlitzen eingeschaltet. Durch diese Schlitze tritt ein Flansch, der am Ende der durch die hohle Welle gehenden Schieberstange sitzt. Der Flansch ist durch zwei Spindeln, die in einem Flansch der hohlen Welle geführt werden und zur Begrenzung des Ausschlages verstellbare Muttern tragen, mit der vom Steuerhebel betätigten Hülse verbunden. Eine Schwächung durch Keillöcher oder dergl. findet also weder bei der hohlen Welle noch bei der Schieberstange statt.

Neben der in Heft 17 beschriebenen Verdrehung der Schraubenflügel durch Zahnradsegmente und Gabel baut die Deutzer Fabrik auch noch die ebenfalls von *Meissner* herrührende Kreuzschieberkonstruktion. Diese ist ebenso wie der Umsteuerungsmechanismus in Heft 11 des Jahrgangs 1900 vor „Dingler“ beschrieben worden.

G. Fischer.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 24. Berlin, 13. Juni 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. Abonnementspreis vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Ueber die Ausströmung der gesättigten Wasserdämpfe.

Von **W. Schüle**, Breslau.

(Fortsetzung von S. 358 d. Bd.)

Vereinfachte Formel für den Verlauf der ψ Linie.

(Gl. 6 bezw. Fig. 1).

Durch die zuletzt behandelte Frage wird das Folgende nicht berührt, ausser inbezug auf die Spannungsgrenze, bis zu welcher die ψ_1-Formel zu gelten hat.

Es ist nach Gleichung 6.)

$$\psi_1 = \sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}\cdot\left\{\left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{2}{m}} - \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^{\frac{m+1}{m}}\right\}}$$

Hierfür schreiben wir zunächst

$$\psi_1 = \frac{p_a}{p_i}\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}}\cdot\sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{2\cdot\frac{m-1}{m}} - \left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}}}$$

Die Exponenten $2\cdot\frac{m-1}{m}$ und $\frac{m-1}{m}$ unter der Wurzel sind nun kleine Brüche, äussersten Falles für trockenen Dampf und widerstandslosen Ausfluss mit

$$m = k = 1{,}135.$$

$$\frac{m-1}{m} = 0{,}119 \qquad 2\cdot\frac{m-1}{m} = 0{,}238.$$

Ausserdem ist, wenigstens nach der älteren Annahme, $\frac{p_i}{p_a}$ nicht grösser als rund 1,8. Nach der Exponentalreihe ist nun

$$\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{2\cdot\frac{m-1}{m}} = 1 + 2\cdot\frac{m-1}{m}\,ln\left(\frac{p_i}{p_a}\right) + \ldots$$

$$\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} = 1 + \frac{m-1}{m}\,ln\left(\frac{p_i}{p_a}\right) + \ldots$$

Beide Reihen sind beim zweiten Glied abgebrochen, da sie bei der Kleinheit von $\frac{m-1}{m}$ und von $ln\left(\frac{p_i}{p_a}\right)$, das höchstens ln 1,8 = ∞ 0,59 wird, rasch konvergieren. Nun wird

$$\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{2\cdot\frac{m-1}{m}} - \left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{m-1}{m}} = \frac{m-1}{m}\,ln\left(\frac{p_i}{p_a}\right)$$

und daher

$$\psi_1 = \frac{p_a}{p_i}\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}}\cdot\sqrt{\frac{m-1}{m}\cdot ln\,\frac{p_i}{p_a}}$$

In dieser Formel kommen zwar keine gebrochenen Exponenten von $\frac{p_i}{p_a}$ mehr vor, dafür aber der natürliche Logarithmus und die Formel muss weiter vereinfacht werden, wenn sie sich für Aufgaben mit veränderlichem $\frac{p_i}{p_a}$ verwenden lassen soll.

Für die Werte von $\frac{p_i}{p_a}$ zwischen 1 und 1,8, um die es sich handelt, kann man mit guter Annäherung

$$ln\,\frac{p_i}{p_a} = 2.\,\frac{\frac{p_i}{p_a}-1}{\frac{p_i}{p_a}+1}$$

setzen.

Es ist also

$$\psi = \frac{p_a}{p_i}\sqrt{2\,g\,\frac{k+1}{k-1}}\cdot\sqrt{2\cdot\frac{m-1}{m}\,\frac{\frac{p_i}{p_a}-1}{\frac{p_i}{p_a}+1}}.$$

Diese Näherungsformel besitzt um so grössere Genauigkeit, je kleiner $\frac{p_i}{p_a}$ ist, die Abweichungen nehmen mit zunehmendem $\frac{p_i}{p_a}$ zu. Man erhält aber einen Ausgleich der Fehlerverteilung, wenn man unter der Wurzel statt $\frac{m-1}{m}$ den Mittelwert

$$\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{m-1}{m} + m - 1\right) = \frac{m^2-1}{2\,m}$$

setzt. Dann wird

$$\psi = \frac{p_a}{p_i}\sqrt{2g\,\frac{k}{k-1}\,\frac{m^2-1}{m}}\sqrt{\frac{\frac{p_i}{p_a}-1}{\frac{p_i}{p_a}+1}} \qquad 9.)$$

Diese Formel besitzt nun in bezug auf die Veränderliche $\frac{p_i}{p_a}$ die wünschenswerte Einfachheit und kann auch ohne wesentliche Beeinträchtigung der Genauigkeit nicht weiter vereinfacht werden. Dass trotz der verschiedenen Abkürzungen und Vereinfachungen die Genauigkeit über das *ganze fragliche Gebiet* in praktisch zulässigen Grenzen geblieben ist, zeigt Fig. 2, in welcher die genauen Werte und die Näherungswerte von ψ für zwei Grenzfälle aufgetragen sind.[18])

Bei der Anwendung der Formeln ist häufig nicht m, sondern der Widerstandskoeffizient ζ gegeben. Es ist

$$m = \frac{(1+\zeta)\cdot k}{1+\zeta\cdot k}$$

[18]) Dadurch unterscheidet sich diese Formel von anderen ähnlichen Abkürzungen, die nur für ein beschränktes Gebiet in der Nähe des Verhältnisses $\frac{p_i}{p_a} = 1$ gelten.

In der Formel für ψ und in den folgenden Entwicklungen treten zusammengesetzte Ausdrücke mit m und k auf. So ist

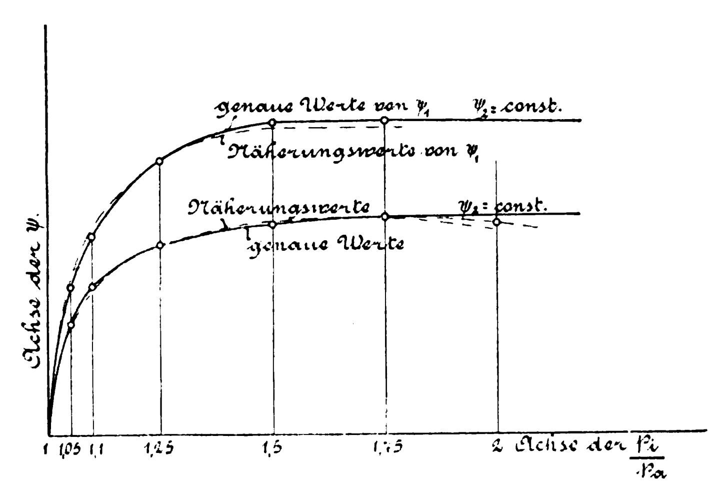


Fig. 2.

$$m - 1 = \frac{k-1}{1+\zeta k} \qquad m + 1 = \frac{1+k+2\zeta k}{1+\zeta k}$$

$$\frac{m+1}{m} = \frac{1+k+2\zeta k}{(1+\zeta) \cdot k}$$

und der in ψ vorkommende Ausdruck

$$\frac{k}{k-1} \cdot \frac{m^2-1}{m} = \frac{k}{k-1} \cdot \frac{k-1}{1+\zeta k} \cdot \frac{1+k+2\zeta k}{(1+\zeta) \cdot k}$$

$$= \frac{1+k+2\zeta \cdot k}{(1+\zeta) \cdot (1+\zeta k)} = \frac{1}{1+\zeta} \cdot \left(1 + \frac{k+\zeta k}{1+\zeta k}\right)$$

$$= \frac{1}{1+\zeta}\left(2 + \frac{k-1}{1+\zeta k}\right) = \frac{2}{1+\zeta} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \frac{k-1}{1+\zeta k}\right)$$

Man kann daher ψ_1 auch in der Form schreiben

$$\psi_1 = \frac{2 p_a}{p_i} \sqrt{\frac{g}{1+\zeta} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \frac{k-1}{1+\zeta k}\right)} \cdot \sqrt{\frac{\frac{p_i}{p_a} - 1}{\frac{p_i}{p_a} + 1}}$$

und

$$G_1 = 2 F \cdot \frac{p_a}{p_i} \sqrt{\frac{g}{1+\zeta} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \frac{k-1}{1+\zeta k}\right)} \cdot \sqrt{\frac{\frac{p_i}{p_a} - 1}{\frac{p_i}{p_a} + 1} \cdot \frac{p_i}{v_i}} \quad . \quad . \quad . \quad 10.)^{14)}$$

[14]) Die logarithmische Formel würde lauten:

$$G = F \cdot \sqrt{\frac{2 g}{1+\zeta} \frac{p_i}{v_i} \left(\frac{p_a}{p_i}\right)^2 \cdot ln \frac{p_i}{p_a}}$$

wenn man die Klammer unter der ersten Wurzel gleich 1 setzt. In der Tat ist dies, besonders bei grösseren Werten von ζ ohne grossen Fehler möglich. Sogar mit $\zeta = 0$ wird für $k = 1{,}135$ $\frac{1}{2} \frac{k-1}{1+\zeta k}$ nur $\frac{1}{2} \cdot 0{,}135 = 0{,}067$ gegen 1, ein Verhältnis, das sich durch die Quadratwurzel noch auf 0,034 gegen 1 reduziert. Für nasse Dämpfe und grössere Widerstände wird der Unterschied noch viel kleiner. Diese logarithmische Formel, wie sie hier aus der *Zeuner*schen Gleichung abgeleitet wurde, ist identisch mit der Formel von *Navier*, die nach *Zeuner* in allen Lehrbüchern der Physik verwendet wird. *Zeuner* wendet sich (a. a. O. I S. 249) mit Recht gegen die Ableitung und Benutzung dieser Formel für *Gase*, da sie „unzulässigen Annahmen entsprungen ist". Auf Wasserdämpfe braucht, wie die obige Entwicklung erkennen lässt, dieses Urteil, wenigstens praktisch, nicht ausgedehnt zu werden.

Der Einfluss der Widerstände auf die Ausflussmenge.

Aus Gleichung 10 ist dieser Einfluss leicht zu erkennen. Je feuchter die Dämpfe sind (je kleiner also k) und je grösser die Widerstände, umsomehr verschwindet die Bedeutung des zweiten Klammerglieds der ersten Wurzel (vergl. Fussbemerkung 14), so dass man für nasse Dämpfe schreiben kann

$$G_1 = 2 F \cdot \frac{p_a}{p_i} \sqrt{\frac{g}{1+\zeta}} \cdot \sqrt{\frac{\frac{p_i}{p_a} - 1}{\frac{p_i}{p_a} + 1} \cdot \frac{p_i}{v_i}} \quad 11.)$$

Aus dieser Gleichung ist zu entnehmen, dass die Ausflussmenge mit $\frac{1}{\sqrt{1+\zeta}}$ abnimmt, wenn ζ zunimmt, ganz gleichgiltig, wie gross der Feuchtigkeitsgrad oder der sonstige Zustand der Dämpfe ist. Die Widerstände verkleinern unter allen Umständen die Ausflussmenge in dem gleichen Verhältnis $\frac{1}{\sqrt{1+\zeta}}$. Aus der ursprünglichen Gleichung 2.) ist es unmöglich, dies zu erkennen.

Der Einfluss der Feuchtigkeit auf die Ausflussmenge.

Denkt man sich Wasserdämpfe von gleicher Spannung p_i aber verschiedener Dampfnässe, d. h. verschiedenem spezifischen Volumen v_i, so übt ausser v_i noch die Verschiedenheit der Werte von k einen Einfluss auf das Gewicht G_1; dieser letztere ist aber, wie man wieder bei Beachtung des geringen Wertes von

$$\frac{1}{4} \frac{k-1}{1+\zeta k}$$

gegen 1 erkennt, so geringfügig, dass er gegenüber dem anderen viel grösseren, besonders bei grösserem Feuchtigkeitsgrad, zurücktritt. Ist nun v_i das Volumen des trocken gesättigten Dampfes, so ist $x \cdot v_i$ sehr angenähert dasjenige des nassen Dampfes mit der spezifischen Dampfmenge x. *Für nassen Dampf wird also das Ausflussgewicht im Verhältnis* $\frac{1}{\sqrt{x}}$ *grösser als für trockenen unter sonst gleichen Verhältnissen.*[15])

Für Dampf mit 20 v. H. Wassergehalt, also $x = 1 - 0{,}2 = 0{,}8$ ist z. B. das Ausflussgewicht in derselben Zeit $\frac{1}{\sqrt{0{,}8}} = \infty\ 1{,}11$ mal oder um 11 v. H. grösser, als für trockenen Dampf.

Auch dies ist aus der ursprünglichen Gleichung 2.) nicht erkennbar, da sich dort der Einfluss der Grössen k und m, die *beide den Feuchtigkeitsgrad enthalten*, nicht übersehen lässt.

Ausströmungszeit des gesättigten Wasserdampfes aus einem Gefäss ohne Zufluss.

Die Ausflusszeit zerfällt im allgemeinen immer in zwei Teile, die Zeit, solange der Mündungsdruck grösser ist als der äussere Druck, und die Zeit, während welcher beide Drücke gleich sind. Für den ersten Teil hat *Weyrauch*[16]) eine genaue Formel gegeben, die weiter unten angeführt wird. Für den zweiten Teil, dessen Bestimmung grösseren Schwierigkeiten begegnet, hat *Grashof*[17]) eine Näherungsformel entwickelt, für den Fall, „dass der innere Druck nur wenig grösser ist als der äussere." Leider ist dabei nicht näher angegeben, bis zu welchem Druckverhältnis die Formel Anwendung finden soll. In seinem Beispiel wendet sie *Grashof* selbst für ein Druckverhältnis $\frac{p_i}{p_a} = 1{,}25$ an und

Für nasse Wasserdämpfe stellt sie sogar eine recht gute Annäherung an den *Zeuner*schen Ausdruck vor. Für Gase ist dies freilich durchaus nicht der Fall, weil bei diesen k viel grösser ist (1,41 gegen 1,13 bei Dämpfen), und deshalb die obige Reihenentwicklung nicht ohne bedeutenden Fehler beim zweiten Glied abgebrochen werden kann.

[15]) Vergl. den Einfluss dieses Umstandes auf die Entleerungszeit von Dampfgefässen weiter unten.

[16]) *Weyrauch*, Zeitschr. d. V. deutsch. Ing. 1899, S. 1164.

[17]) *Grashof*, Theoretische Maschinenlehre. Bd. I S. 696. Gleichung 12.



dies erweist sich bei näherer Durchsicht der Entwicklungen auch als die oberste Grenze. Man wäre demnach in der Lage, mittels der *Weyrauch*schen Formel z. B. die Zeit zu berechnen, welche bei Ausströmen des Dampfes in die Atmosphäre aus einem geschlossenen Gefäss ohne Zufluss verstreicht, bis der Druck von 4 auf rund 1,8 Atm. gesunken ist, nach der *Grashof*schen Formel die Zeit für die Drucksenkung von 1,25 auf 1 Atm. Die dazwischen liegende Zeit von 1,8 bis 1,25 Atm. bleibt unbekannt.[18]) Mit Hilfe der Gleichung 10.) lässt sich jedoch die Aufgabe vollständig lösen und ein einfacher geschlossener Ausdruck für die Zeit aufstellen.

Entwicklung der Formel für den Teil der Entleerungszeit, während dessen der Mündungsdruck gleich dem äusseren Druck ist.

Das Ausflussgewicht in dt Sekunden ergibt sich aus der Ausflussformel

$$dG = \alpha \psi F . \sqrt{\frac{p_i}{v_i}} . dt \quad . \quad . \quad . \quad 12.)$$

da während der kleinen Zeit dt die Druckänderung im Behälter verschwindend klein ist. α ist der Kontraktionskoeffizient.

Der im Gefäss zurückbleibende Dampf führt eine Zustandsänderung aus, die wesentlich durch den Einfluss der Gefässwände auf den Wärmezustand bedingt ist. Man pflegt zu setzen

$$p_i . v_i^r = p_1 . v_1^r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13.)$$

worin p_i der Druck zur beliebigen Zeit t, p_1 der Anfangsdruck ist. (Desgl. v_i und v_1 die zugehörigen spezifischen Volumina.) Bei Gefässwänden, die weder Wärme annehmen, noch abgeben, noch weiterleiten, wäre $r = k$, die Zustandsänderung adiabatisch. Gerade bei feuchten Dämpfen wird jedoch für den vorliegenden Fall von adiabatischer Zustandsänderung keine Rede sein können, weil erstens die Gefässwände, die aus Metall bestehen, die Wärme an das im Dampf suspendierte Wasser leicht abgeben oder von ihm aufnehmen; und aus dem zweiten Grunde nicht, weil bei dem allmählich geringer werdenden Druck die *Temperatur des Dampfes* stetig sinkt und das dadurch zwischen der heissen Gefässwand und dem Dampf hervortretende Wärmegefälle den Wärmeübergang von den Wänden zum Dampf sehr befördert. Von den Dampfmaschinen her ist ja bekannt genug, dass die Expansionslinie durch die heissen Gefässwände eine nicht unbeträchtliche Erhöhung über den adiabatischen Verlauf erfährt. — Die grösste Rolle wird die *Zeit* spielen. Ist diese bis zum vollständigen Druckausgleich sehr klein, so wird sich die Zustandsänderung der Adiabate nähern; dies ist der Fall, wenn die Ausflussöffnung gross ist.[19]) Dagegen wird $r < k$ sein, die Zustandsänderung unter Wärmezufuhr vor sich gehen, wenn die Ausflussöffnung relativ klein ist und daher die Zeit für den Druckausgleich gross. Einen besonders einfachen Fall stellt $r = 1$ vor, der dann eintreten kann, wenn sich der Dampf in einem Gefäss befindet, dessen Wände zu Beginn der Ausströmung höhere Temperatur besitzen, als der Dampf selbst (z. B. bei Ausströmen aus Dampfmaschinenzylindern).

Aus der Beziehung Gleichung 13.) folgt nun

$$v_i = \left(\frac{p_1}{p_i}\right)^{\frac{1}{r}} . v_1$$

somit

$$\frac{p_i}{v_i} = \left(\frac{p_i}{p_1}\right)^{1 + \frac{1}{r}} . \frac{p_1}{v_1}$$

[18]) *Fliegner* gibt in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901 S. 395 ein Näherungsverfahren an, dessen Richtigkeit aber nur für Gase erwiesen ist, und das auch für Dämpfe schwerlich durchführbar sein wird. Das von *Weyrauch* a. a. O. mitgeteilte Verfahren durch stufenweise Integration ist durch den Umstand beschränkt, dass ψ_1 bei kleinen Spannungsverhältnissen, besonders nahe gegen $\frac{p_i}{p_a} = 1$ hin, *sehr stark veränderlich* ist. Auf die Zwischenzeit in dem obigen Beispiel könnte es zwar wohl angewendet werden. Das ganze Verfahren würde aber dadurch sehr umständlich, da für die drei Zeitabschnitte drei verschiedene Methoden benutzt werden müssten.

[19]) Davon hat z. B. *Hirn* bei seinen Versuchen über die adiabatische Expansion des überhitzten Dampfes Gebrauch gemacht.

Die Gleichung 12.) geht hiermit über in:

$$dG = \alpha \psi F . \sqrt{\frac{p_1}{v_1}} \left(\frac{p_i}{p_1}\right)^{\frac{1}{2} + \frac{1}{2r}} . dt$$

Nach unserer Gleichung 9.) für ψ ist hierin

$$\psi = \frac{p_a}{p_i} \sqrt{2g \frac{k}{k-1} \frac{m^2-1}{m}} \sqrt{\frac{\frac{p_i}{p_a} - 1}{\frac{p_i}{p_a} + 1}}$$

somit

$$dG = \beta . \left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{1}{2r} - \frac{1}{2}} . \sqrt{\frac{\frac{p_i}{p_a} - 1}{\frac{p_i}{p_a} + 1}} . dt, \quad \text{worin}$$

$$\beta = \alpha F . \sqrt{\left(\frac{p_a}{p_1}\right)^{\frac{1}{r}} . \frac{p_a}{v_1} . 2g \frac{k}{k-1} . \frac{m^2-1}{m}}$$

Die Bedingung der Aufgabe, dass das Gesamtvolumen V des Rückstandes konstant bleibt, führt ferner zu folgendem Ausdruck für dG[20]). Ist G_1 das Gesamtgewicht zur Zeit $t = t_1$, G_i das Gewicht des Behälterrückstandes zur beliebigen Zeit t, so ist während $t - t_1$ Sekunden ausgeströmt

$$G = G_1 - G_i$$

Nun ist nach der Definition des spezifischen Volumens

$$V = G_1 v_1 = G_i v_i$$

somit

$$G = G_1 . \left(1 - \frac{v_1}{v_i}\right)$$

daher differentiert

$$dG = - G_1 . d \frac{v_1}{v_i}$$

Nach der Zustandsgleichung ist hierin

$$\frac{v_1}{v_i} = \left(\frac{p_i}{p_1}\right)^{\frac{1}{r}}$$

somit

$$dG = - \frac{1}{r} G_1 . \left(\frac{p_i}{p_1}\right)^{\frac{1}{r} - 1} . d\left(\frac{p_i}{p_1}\right)$$

Durch Gleichsetzen beider Ausdrücke für dG folgt alsdann

$$dt = - \frac{G_1}{\beta . r} . \frac{\left(\frac{p_a}{p_1}\right)^{\frac{1}{r}}}{\sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{1 - \frac{1}{r}} . \frac{\frac{p_1}{p_a} - 1}{\frac{p_i}{p_a} + 1}}} . d\left(\frac{p_i}{p_a}\right)$$

Wir setzen zur Abkürzung

$$c = \frac{G_1}{\beta . r} . \left(\frac{p_a}{p_1}\right)^{\frac{1}{r}}$$

oder mit dem Wert von β

$$c = \frac{1}{r} . \frac{v}{\alpha F} . \frac{1}{\sqrt{2g\left(\frac{k}{k-1}\right) \frac{m^2-1}{m} \left(\frac{p_a}{p_1}\right)^{1 - \frac{1}{r}} . p_1 . v_1}}$$

Es ist nun die Gleichung

$$dt = - c . \frac{d\left(\frac{p_i}{p_a}\right)}{\sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{1 - \frac{1}{r}} . \frac{\frac{p_i}{p_a} - 1}{\frac{p_i}{p_a} + 1}}}$$

[20]) Vergl. *Grashof*, Theor. Maschinent. I S. 693 und *Weyrauch*, a. a. O.

zu integrieren, um die Ausflusszeit für beliebige Druckabnahme zu erhalten. Es ist

$$t - t_1 = -c \cdot \int_{t_1}^{t} \frac{d\left(\frac{p_i}{p_a}\right)}{\sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{1-\frac{1}{r}} \cdot \frac{\frac{p_i}{p_a}-1}{\frac{p_i}{p_a}+1}}}$$

Um die Integration in einfacher, geschlossener Form zu ermöglichen, setzen wir

$$\sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{1}{r}-1}} = \left(1+\left(\frac{p_i}{p_a}-1\right)\right)^{\frac{1}{2r}-\frac{1}{2}}$$

$$= 1 - \frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{r}\right)\left(\frac{p_i}{p_a}-1\right) + \dots$$

Die Reihe kann unbedenklich mit dem zweiten Glied abgebrochen werden, da $\frac{1}{2r}-\frac{1}{2}$ immer sehr klein ist (für adiab. Zust.-Aend. rd. — 0,03, für $r = 1$ sogar $= 0$), und $\frac{p_i}{p_a} - 1$ höchstens 0,8 sein kann. Es ist nun

$$t - t_1 = -c \cdot \int_{t_1}^{t} \frac{1-\frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{r}\right)\left(\frac{p_i}{p_a}-1\right)}{\sqrt{\frac{\frac{p_i}{p_a}-1}{\frac{p_i}{p_a}+1}}}\, d\left(\frac{p_i}{p_a}\right)$$

Da nun

$$\int \sqrt{\frac{\frac{p_i}{p_a}+1}{\frac{p_i}{p_a}-1}}\, d\left(\frac{p_i}{p_a}\right)$$

$$= \sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^2-1} + \ln\left(\frac{p_i}{p_a} + \sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^2-1}\right)$$

und

$$\int \sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}+1\right)\left(\frac{p_i}{p_a}-1\right)} \cdot d\frac{p_i}{p_a}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{p_i}{p_a}\sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^2-1} - \frac{1}{2}\ln\left(\frac{p_i}{p_a} + \sqrt{\left(\frac{p_i}{p_a}\right)^2-1}\right)$$

so folgt mit $\frac{p_i}{p_a} = E$.

$$t - t_1 = c \cdot \Bigg[-\sqrt{E^2-1} - \ln\left(E+\sqrt{E^2-1}\right) + \frac{1}{4}\left(1-\frac{1}{r}\right)E\sqrt{E^2-1} - \frac{1}{4}\cdot\left(1-\frac{1}{r}\right)\ln\left(E+\sqrt{E^2-1}\right)\Bigg]_{E_1}^{E}$$

Denkt man an die Zeit, die bis zum vollständigen Druckausgleich verstreicht, wo also $\frac{p_i}{p_a} = E = 1$ wird, so erhält man

$$t - t_1 = t_e = c \cdot \left[\left(1 - E \cdot \frac{r-1}{4r}\right)\sqrt{E^2-1} + \frac{5r-1}{4r} \cdot \ln\left(E+\sqrt{E^2-1}\right)\right]$$

worin nun $E = \frac{p_1}{p_a}$ für den Anfangszustand gilt. Mit dem Wert von c ist

$$t_e = \frac{V}{r\alpha F} \cdot \frac{1}{\sqrt{2g\frac{k}{k-1}\frac{m^2-1}{m}\left(\frac{p_a}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{r}} \cdot p_1 v_1}} \cdot \left[\left(1-E\cdot\frac{r-1}{4r}\right)\sqrt{E^2-1} + \frac{5r-1}{4r}\ln\left(E+\sqrt{E^2-1}\right)\right] \quad . \quad . \quad 14.)$$

Setzt man für $\frac{k}{k-1}\cdot\frac{m^2-1}{m}$ den meist zulässigen Ausdruck $\frac{2}{1+\zeta}$, so wird

$$t_e = \frac{V}{6{,}3\, r\alpha F}\, \frac{1}{\sqrt{\frac{p_1 v_1}{1+\zeta}\left(\frac{p_a}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{r}}}} \cdot \left[\left(1-E\,\frac{r-1}{4r}\right)\sqrt{E^2-1} + \frac{5r-1}{4r}\cdot\ln\left(E+\sqrt{E^2-1}\right)\right]^{21)} \quad . \quad 14a.)$$

Für $r = 1$ wird

$$t_e = \frac{V}{6{,}3\,\alpha F}\,\frac{1}{\sqrt{\frac{p_1 v_1}{1+\zeta}}} \cdot \left[\sqrt{E^2-1} + \ln\left(E+\sqrt{E^2-1}\right)\right] \quad 15.)$$

Der *Einfluss der Feuchtigkeit* ist auch hier wieder fast allein durch den Wert $\frac{1}{\sqrt{v_1}}$ bedingt. Ist also x die spezifische Dampfmenge, so verhalten sich die Ausflusszeiten von trockenem und nassem Dampf unter gleichen Verhältnissen wie $\frac{1}{\sqrt{x}}$. Der nasse Dampf braucht also längere Zeit, als der trockene, um auszuströmen, da x ein echter Bruch ist. Für 20 v. H. Feuchtigkeit ist z. B. *die Zeit* $\frac{1}{\sqrt{0{,}8}} = 1{,}11$ mal so gross, als für den trockenen Zustand, wenn in beiden Fällen die Spannung um den gleichen Betrag sinken soll.

[21]) Es ist absichtlich statt 6,26 der etwas erhöhte Wert 6,3 gesetzt, um dem etwas zu kleinen Betrag von $\frac{2}{1+\zeta}$ Rechnung zu tragen.

(Schluss folgt.)

Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 355 d. Bd.)

1. Wasserrohrkessel mit geraden Röhren und zwei Wasserkammern.

Dieses System ist für Landkessel am verbreitetsten. Die beiden an den Enden der Rohre angeordneten und mit dem Oberkessel verbundenen Wasserkammern unterstützen die Wasserbewegung und bieten auch dem entwickelten Dampf einen bequemen Ausweg. Diese Kessel besitzen daher eine wirksame Heizfläche und liefern auch verhältnismässig trocknen Dampf. Das Einwalzen der Rohre an beiden Enden verhindert aber die verschieden starke Ausdehnung der Rohre bei ungleichmässiger Erwärmung. Wo daher ein sehr schnelles Anheizen und starke Dampfentnahme, wie z. B. bei Schiffskesseln, notwendig ist, werden sich die gradrohrigen Zweikammerkessel weniger gut eignen als Einkammerkessel oder krummrohrige Kessel.

Die Fig. 140—142 zeigen den Wasserröhrenkessel von

Simonis & Lanz, Sachsenhausen - Frankfurt a. M. Dieser Kessel hat eine Heizfläche von 346,5 qm und eine Rostfläche von rund 8 qm. Der Ueberhitzer weist eine Heizfläche von 65 qm auf. Die beiden Wasserkammern sind geschweisst; die hintere steht durch einen genügend weit gehaltenen Stutzen mit dem Oberkessel in Verbindung, sodass ein leichtes Nachfliessen des Wassers aus dem Oberkessel nach den Wasserröhren erfolgen kann. Die vordere Wasserkammer erhält bei ihrem Eintritt in den Oberkessel einen Aufsatz zum Abscheiden des Sprühwassers. Es sei in dieser Beziehung auf frühere Veröffentlichungen in diesem Journal, z. B. auf die Fig. 34 bis 40 S. 54 und 55, Jahrgang 1899, Bd. 312 verwiesen.

Die Konstruktion des Ueberhitzers ist dieselbe geblieben; U förmig gebogene Röhren von 63 $^1/_2$ mm Durchmesser sind in eine Kammer eingewalzt, welche durch Scheidewände in Abteilungen zerlegt wird, die vom Dampfe nacheinander durchströmt werden müssen. Die Anordnung des Ueberhitzers ist dagegen eine abweichende. Während die beiden früher veröffentlichten Anordnungen den Ueberhitzer zwischen dem Röhrenbündel und dem Oberkessel gelagert zeigen, ist bei dem in Fig. 140—142 dargestellten Kessel ein Zwillingsüberhitzer gewählt, dessen beide Hälften seitlich zum Oberkessel liegen. Der Dampf strömt in Fig. 140 der hinteren, nicht sichtbaren Ueberhitzerkammer von oben zu, geht durch die einzelnen Abteilungen, wird dann unten durch

Fig. 140. Längsschnitt. Ansicht Fig. 141. Schnitt a—b.

Fig. 142.

Schnitt e f.

Schnitt c d.

Fig. 143. Fig. 144.

Fig. 140—142. Wasserröhrenkessel von Simonis & Lanz.



die drei querliegenden Rohre (Fig. 142) nach der vorderen Kammer geleitet, dessen Abteilungen dann von unten nach oben durchströmt werden. Der Dampf muss hiernach einen langen Weg zurücklegen und hat dabei Gelegenheit, sich hinreichend hoch zu überhitzen. Der häufige Richtungswechsel sorgt durch die eintretende Durchmischung der Dampfteile auch für eine hinreichend gleichmässige Ueberhitzung der ganzen Dampfmenge. Die neuere Zwillingsanordnung des Ueberhitzers wird hauptsächlich für grosse Kessel in Anwendung gebracht.

Durch Drehung einer Klappe kann der Ueberhitzer aus dem unmittelbaren Heizgasstrome ausgeschaltet werden. Die sonstige Führung der Heizgase ist aus der Zeichnung ersichtlich. Bei der Einmauerung wurde auf eine bequeme Beseitigung der Verbrennungsrückstände und auf eine gute Flugaschenabscheidung Rücksicht genommen. Die verschiedenen Stutzen für den Wasserablass, für den Schlammablass, die Dampfentnahme, die Speisung u. s. w. sind aus der Zeichnung zu ersehen.

Fig. 145.

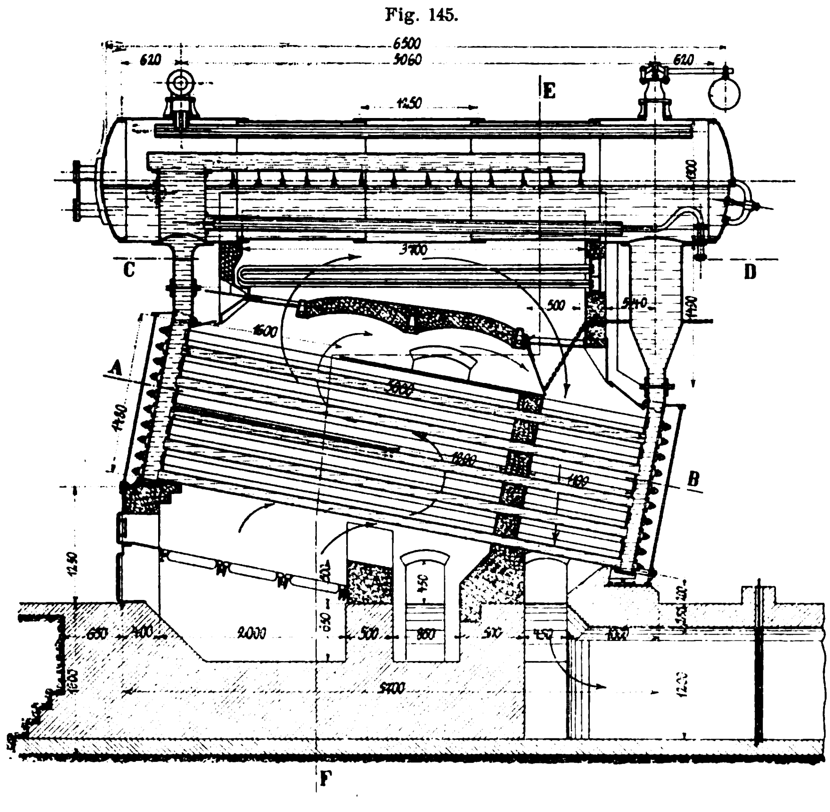


Fig. 145 a.

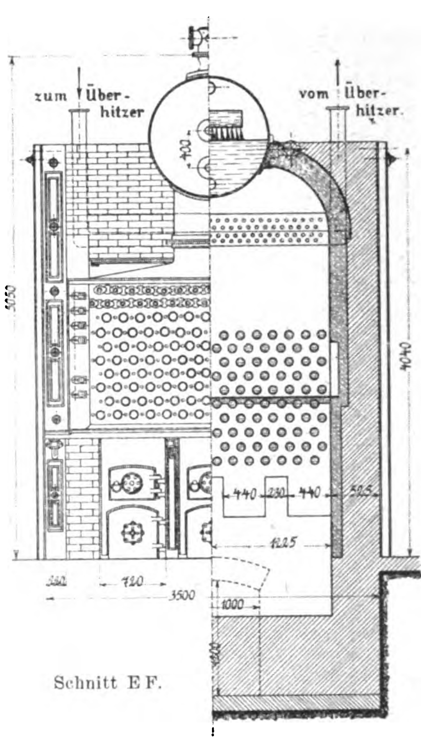


Fig. 145—145 b. Wasserröhrenkessel mit Ueberhitzer von Steinmüller.

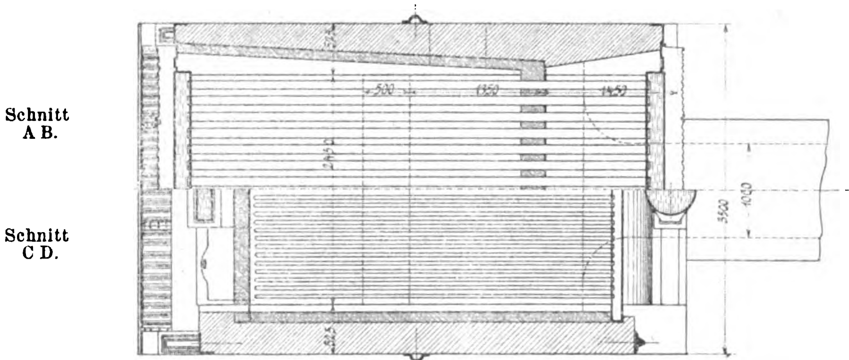


Fig. 145 b.

Die Fig. 143 und 144 zeigen noch den von aussen einzubringenden Sicherheits-Innenverschluss, welcher sich durch die bequeme Handhabung von den ähnlichen Innenverschlüssen auszeichnet, ohne ihnen bezüglich der Dichtheit und Sicherheit nachzustehen.

Die sonst gebräuchlichen Innenverschlüsse bestehen aus einer einfachen konisch abgedrehten Scheibe, welche durch die Verschlussöffnung nicht hindurch geführt werden kann. Es müssen deshalb entsprechend weite Handlöcher vorgesehen werden, welche das Einbringen der konischen Verschlussscheiben ermöglichen. Die Handlöcher müssen dann durch besondere Verschlussdeckel geschlossen werden, wobei gewöhnlich die bequeme Metalldichtung mit konischen Flächen nicht mehr Anwendung finden kann, vielmehr eine Dichtung mit elastischer Zwischenlage erfolgen muss.

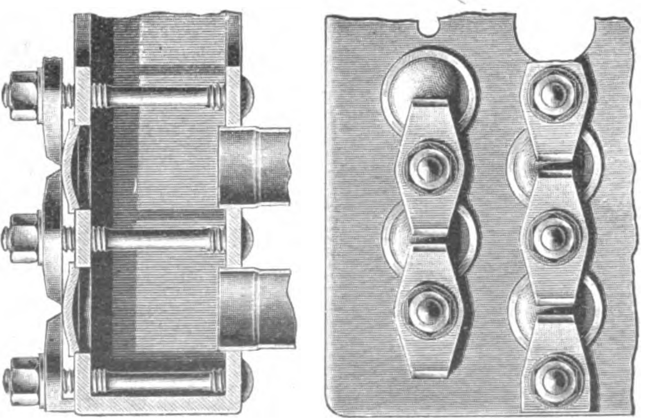


Fig. 146. Fig. 147.
Aussenverschluss von Steinmüller.

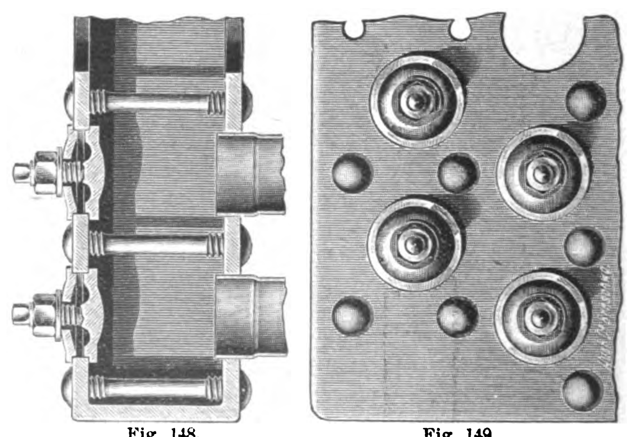
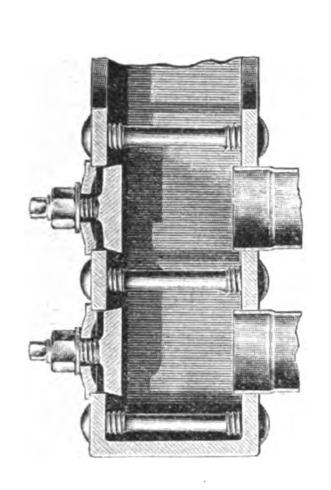


Fig. 148. Fig. 149.
Innenverschluss von Steinmüller mit ebener Dichtungsfläche.

Bei dem Verschluss von *Simonis & Lanz*, Fig. 143 und 144 ist dagegen die Einführung des Verschlussdeckels durch die zugehörige Verschlussöffnung ohne weiteres möglich; es wird zu diesem Zwecke, wie Fig. 143 erkennen lässt, der Rand der Verschlussöffnung an zwei gegenüberliegenden Stellen bis auf den mittleren Durchmesser der konischen Ausbohrung beseitigt. Ebenso wird der Verschlussdeckel an zwei gegenüberliegenden Stellen des Randes so weit in der Dicke geschwächt, dass hier das Material nur bis zum mittleren Durchmesser des Kegels stehen bleibt. Es kann dann bei der in Fig. 143 dargestellten Stellung das Einbringen des Verschlussdeckels erfolgen. Beim Anziehen des Deckels müssen selbstverständlich die geschwächten Stellen der Dichtungsflächen um 90° versetzt sein. Es entstehen hierbei allerdings an 4 Stellen nur halb so breite Dichtungsflächen, wie bei der gewöhnlichen Ausführung der Innenverschlüsse, doch haben sich hieraus beim Betriebe empfindliche Mängel nicht ergeben.



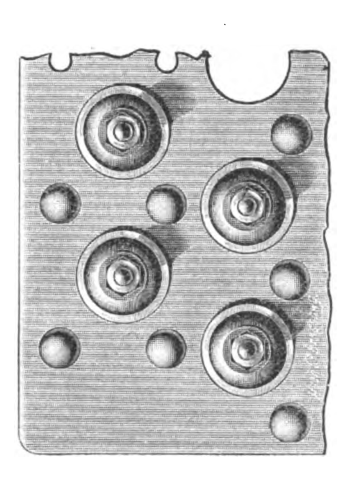


Fig. 150. Fig. 151.
Innenverschluss von Steinmüller mit konischer Dichtungsfläche.

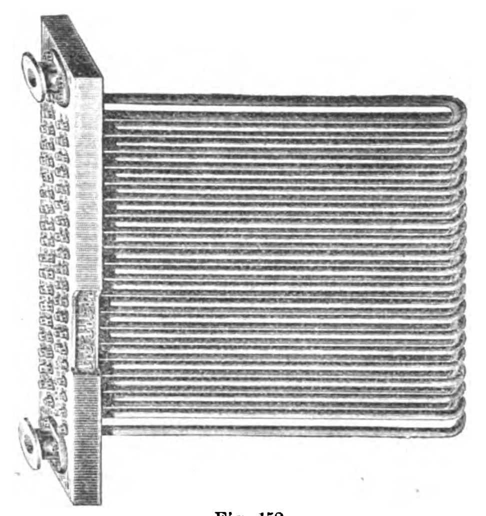


Fig. 152.
Ueberhitzer von Steinmüller.

Fig. 153. Längsschnitt.
Röhrenkessel der Maschinenbauanstalt Humboldt.



Die Firma *L. & C. Steinmüller* in Gummersbach, Rheinpreussen, baut seit mehr als 25 Jahren Wasserrohrkessel und hat sich auf diesem Gebiete einen wohlbegründeten Weltruf erworben. Nach einer Angabe der Firma sind in den letzten Jahren Wasserrohrkessel, System *Steinmüller*, mit einer Gesamtheizfläche bis zu 40 000 qm jährlich geliefert worden.

Fig. 145—145b zeigen einen *Steinmüller*kessel mit Ueberhitzer. Die Wasserröhren sind bei den normalen Kesseln 5 m lang, haben 95 mm äusseren Durchmesser und eine Wandstärke von rund 3,5 mm; sie sind an beiden Enden in die geschweissten Wasserkammern eingewalzt.

Die Wasserkammern haben gewöhnlich an den Stirnflächen 18 mm, an den schmalen Seiten 20 mm Wandstärke. Die Rohrverschlüsse werden bei geringeren Spannungen als Aussenverschlüsse nach Fig. 146 und 147, bei höheren Spannungen dagegen als Innenverschlüsse nach Fig. 148 und 149 oder nach Fig. 150 und 151 ausgeführt. Die Dichtungsflächen sind sauber gefräst; als Dichtungsmaterial wird ein dünner Gummiring zwischengelegt.

Ueber der vorderen Wasserkammer (Fig. 145) ist in den Oberkessel ein Blechzylinder eingebaut, in welchen das aufsteigende Dampf- und Wassergemisch gelangt. Das Wasser fliesst dann hauptsächlich durch das untere horizontale Rohr nach hinten, während der Rest des Wassers, welcher mit dem Dampfe nach oben gelangt, sich im oberen horizontalen Rohre ausbreitet und von hier durch Oeffnungen in den Wasserraum zurückfliesst. Das obere Rohr hat flachen, rechteckigen Querschnitt und ist nur an dem hinteren Ende offen. Der Dampf muss daher dieses Rohr der ganzen Länge nach durchströmen, ehe er in den eigentlichen Dampfraum gelangt. Durch diese Konstruktion wird daher dem Dampfe Zeit gelassen, mitgerissenes Wasser in dem Rohre abzusetzen, um trocken in den Dampfraum einzutreten.

Der zwischen dem Ober- und Unterkessel eingebaute Ueberhitzer (Fig. 145—145b u. 152) hat 50 qm Heizfläche. Derselbe besteht aus einer Zahl dünner, **U**-förmig gebogener, glatter Ueberhitzerrohre, welche parallel geschaltet sind und mit ihren Enden in eine schmiedeeiserne geschweisste Verteilungskammer eingewalzt sind. Durch eingelegte Bleche wird die Dampfkammer in zwei Abteilungen, die eine für den eintretenden, die andere für den austretenden Dampf zerlegt.

Charakteristisch für den *Steinmüller*überhitzer ist eine Vorrichtung, welche eine möglichst gleichmässige Verteilung des Dampfes auf alle Röhren des Ueberhitzers bezweckt. An der Eintrittsstelle sind nämlich die Querschnitte der Röhren durch eingehängte Bolzen oder kreisrunde Scheiben (Fig. 152) derartig verengt, dass der Dampf nur eine ringförmige Fläche für den Durchgang findet. Die Spaltbreite ist hierbei je nach der Lage des Ueberhitzerrohres zum Eintrittsstutzen des Dampfes verschieden gross.

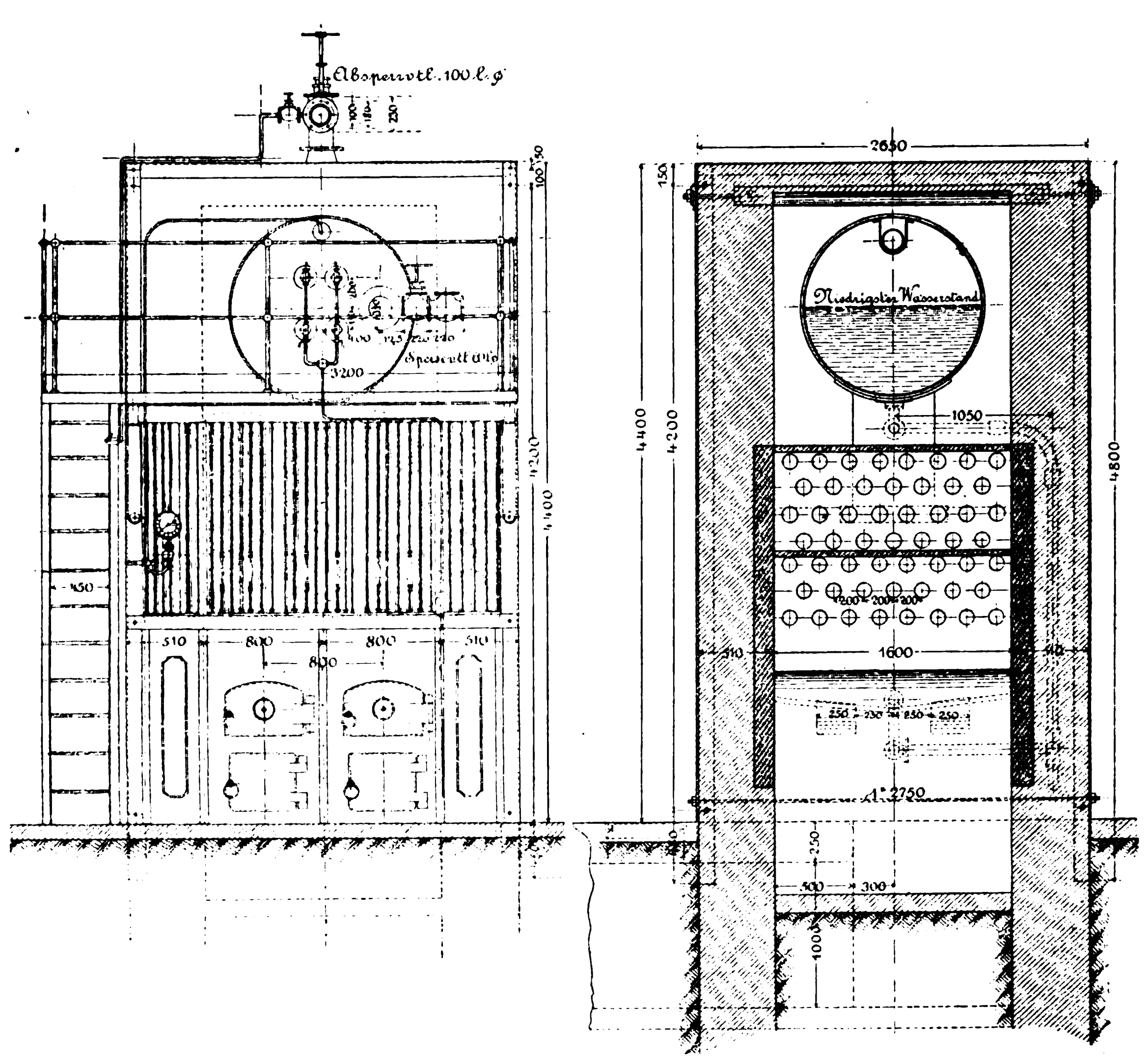


Fig. 154. Vorderansicht. Fig. 155. Querschnitt.
Röhrenkessel der Maschinenbauanstalt Humboldt.

Der Einbau des Ueberhitzers erfolgt gewöhnlich in einer solchen Weise, dass durch Umlegen einer Klappe und durch Einschieben einer Platte der Ueberhitzer ganz aus dem Strome der Heizgase ausgeschaltet werden kann. Natürlich lässt sich auch mit denselben Hilfsmitteln nötigenfalls die Temperatur des überhitzten Dampfes regeln.

Der Raum für den Einbau des Ueberhitzers wurde bisher vielfach dadurch geschaffen, dass der Oberkessel durch seitliche Gewölbe zur Hälfte an die Feuerzüge angeschlossen wurde. Der Ueberhitzer lag dann unmittelbar unter dem Oberkessel, sodass die Heizgase zugleich den Ueberhitzer und den Oberkessel bestreichen mussten, was im Interesse einer *hohen* Ueberhitzung jedenfalls nicht vorteilhaft sein kann. Es

wird daher in solchen Fällen, wo eine möglichst hohe Ueberhitzungstemperatur erwünscht ist, neuerdings eine etwas abweichende Einmauerung des Ueberhitzers gewählt. Der Oberkessel wird von den Heizgasen nicht bestrichen; es wird vielmehr zwischen Ueberhitzer und Oberkessel eine Trennungsmauer eingeschaltet, sodass der Ueberhitzer allseitig von Mauerflächen umgeben ist. Die Heizgase können daher beim Eintritt in die Ueberhitzerkammer ihre Wärme nur an den einleuchtend, dass beide Hilfsmittel auf eine stärkere Ueberhitzung des Dampfes hinwirken müssen. Das zweite Hilfsmittel bringt die Heizgase mit höherer Temperatur an den Ueberhitzer und das zuerst erwähnte Hilfsmittel verhütet, dass die den Heizgasen innewohnende Wärme vom Ueberhitzer abgelenkt wird.

Die *Maschinenbauanstalt Humboldt*, Kalk bei Köln, baut neben ihren Grosswasserraumkesseln (Fig. 79—80, S. 266,

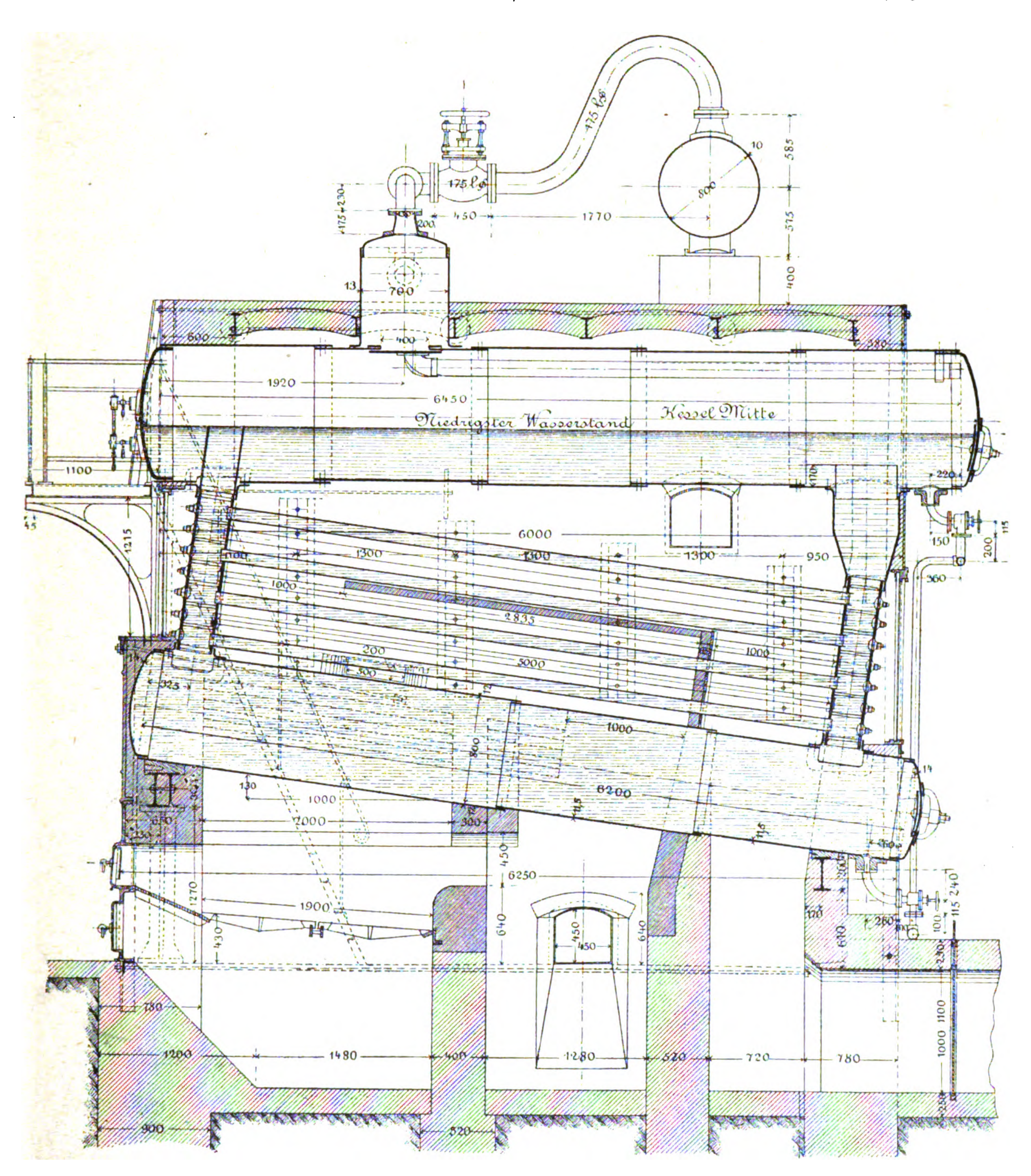


Fig. 156. Längsschnitt.
Grosswasserraumröhrenkessel der Maschinenbauanstalt Humboldt.

Dampf, nicht etwa auch an die wasserberührte Heizfläche des Oberkessels abgeben. Ferner ist die Führung der Heizgase im Wasserröhrenbündel bei der neuen Einmauerungsart etwas abweichend von bisher gebräuchlichen. Während bei der Anordnung des Ueberhitzers nach den Fig. 145—145b die Gase zuerst etwa drei Viertel der ganzen Heizfläche der Wasserröhren bestreichen, also eine sehr weitgehende Wärmeentziehung vorausgeht, ehe die Heizgase an den Ueberhitzer gelangen, kommen bei der neueren Einmauerung die Gase nur etwa mit der Hälfte der Heizfläche der Wasserröhren vor dem Ueberhitzer in Berührung. Es ist ohne Weiteres Bd. **317**, 1902, sowie Fig. 94 und 95, S. 270 desselben Bandes) auch Wasserrohrkessel, von denen die Fig. 153—157 zwei Ausführungsformen kennzeichnen.

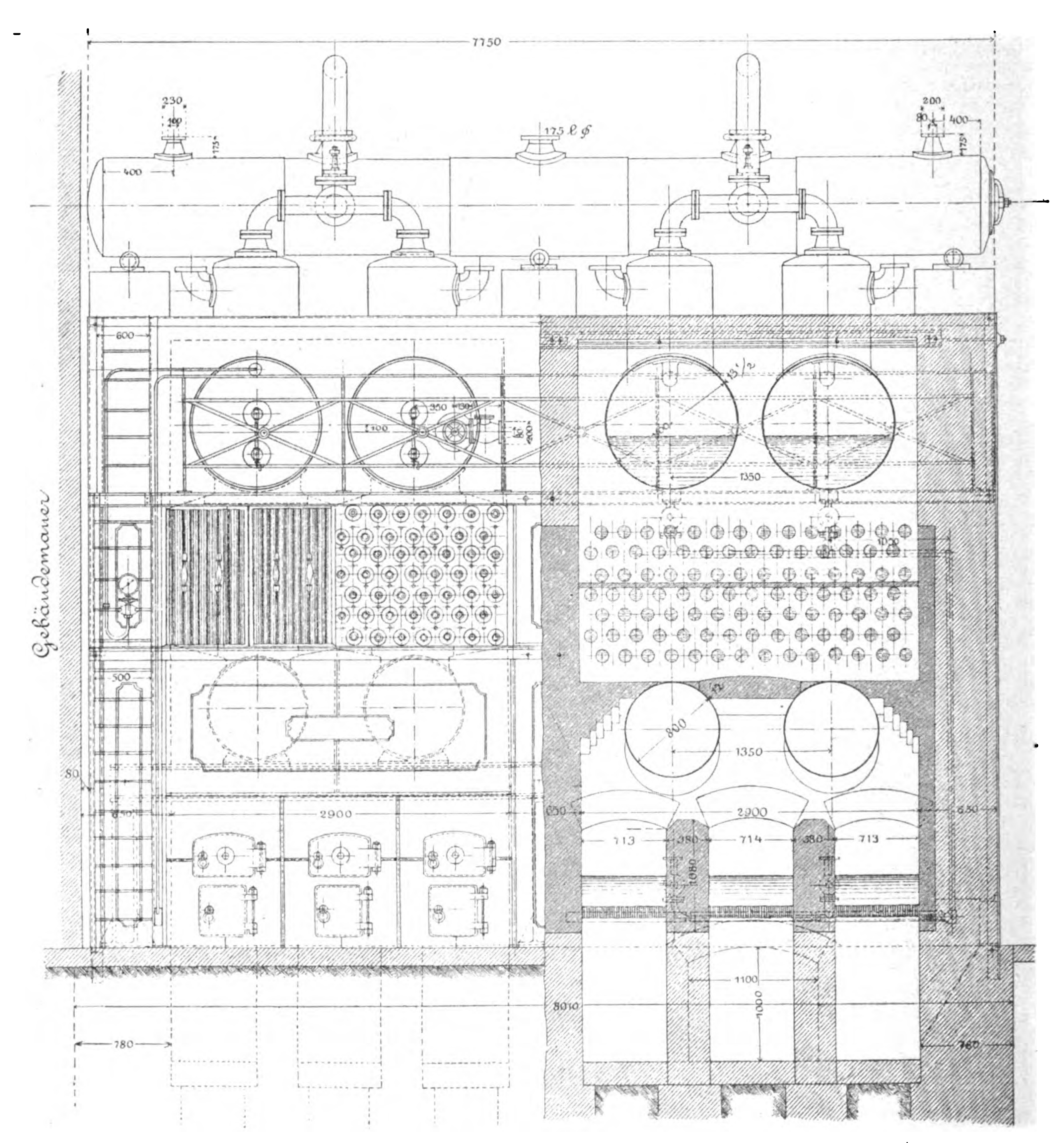
Der Kessel (Fig. 153—155) ist für 12 Atm. Ueberdruck gebaut und besitzt eine wasserberührte Heizfläche von 110 qm, bei 2,56 qm Rostfläche. Die Wasserröhren sind 5 m lang, haben 108 mm äusseren Durchmesser und $3^3/_4$ mm Wandstärke; sie haben gegen die Horizontale eine Neigung von 13 : 100.

Die vordere Wasserkammer ruht fest auf eingemauerten Trägern und besitzt einen Aufsatz, der bis zum niedrigsten Wasserstande reicht, um dem in Umlauf gesetzten Wasser

und dem Dampfe ein leichtes Aufsteigen zu ermöglichen. Die Speiseleitung schliesst sich an den vorderen Boden des Oberkessels an und setzt sich im Innern des Oberkessels bis zur Mitte fort. Um den hier sich abscheidenden Schlamm zu verhindern, in die hintere Wasserkammer einzudringen, ist der 500 mm weite Verbindungsstutzen mit einem zylinderischen Aufsatz versehen. Die hintere Wasserkammer stützt sich mittels Rollen auf eingemauerte Träger ab.

worden. Jeder einzelne Kessel, der aus zwei Siedern von 0,8 m Durchmesser, 6,2 m Länge und 12 mm Wandstärke, aus 98 Stück in sieben Horizontalreihen angeordneten Wasserröhren, und aus zwei Oberkesseln von 1,1 m Durchmesser, 6,45 m Länge und $13^1/_2$ mm Wandstärke besteht, besitzt 200 qm Heizfläche und etwas über 4 qm Rostfläche. Der Betriebsdruck beträgt 10 Atm.

Jeder Oberkessel ist mit einem Dampfdom versehen;



Vorderansicht. Fig. 157. Querschnitt.
Grosswasserraumröhrenkessel der Maschinenbauanstalt Humboldt.

Sowohl der Oberkessel, wie die hintere Wasserkammer sind mit besonderen Ablasstutzen für 40 mm lichte Rohrweite versehen.

Bei dem in den Fig. 156 und 157 dargestellten Wasserrohrkessel, System *Humboldt*, ist durch Hinzufügung der unteren Sieder ein besonders grosser Wasserraum geschaffen

eine Rohrleitung verbindet die beiden Döme eines Kessels unter sich und mit dem für zwei Kessel gemeinsamen Dampfsammler von 0,8 m Durchmesser und 10 mm Wandstärke.

Im übrigen weicht die Konstruktion des Kessels von der zuerst beschriebenen nicht wesentlich ab.

(Fortsetzung folgt.)

Eisenbahnachsen aus Presstahl.

Durch das Vorgehen von *Heinrich Ehrhardt* in Düsseldorf ist die Ueberlegenheit des gepressten Stahls gegenüber dem auf andere Weise bearbeiteten zur Genüge bewiesen worden. Die nach diesem Pressverfahren hergestellten Werkstücke zeichnen sich durch grosse Festigkeit bei geringem Gewicht aus. In jüngster Zeit ist nun ein neues Pressverfahren zur Herstellung für Eisenbahnachsen von einem amerikanischen Ingenieur, *Camille Mercader*, erfunden und ausgebildet worden.

Wir entnehmen seinem vor dem Iron and Steel Institute am 7. Mai 1903 gehaltenen Vortrage die folgenden Mitteilungen[1]): Ein rund gewalzter Block, der möglichst gleichmässig in allen Teilen auf 1000° C. erhitzt ist, wird in eine zweiteilige, wagerecht gelagerte Form gebracht, deren Backen innen die Gestalt der Achse zeigen, während der Block nur in der Mitte und an den Lagerstellen auf etwa 100 mm Länge von vornherein an den Wandungen der Form anliegt und von dieser gehalten wird. Nach Schliessen der Form und Anpressen des unteren Teiles gegen den oberen durch hydraulischen Druck werden von beiden Enden gleichzeitig je ein zylindrischer Stempel in den weichen Stahl eingedrückt, so dass das hierdurch verdrängte Material den Hohlraum der Form vollständig ausfüllt. Die Stempel werden mit 50 t Druck eingeführt, der infolge Erkaltens des Blockes und Stauchwirkung des Stempels schliesslich auf 150 t steigt, wobei noch ein Verdichten des Stahls eintreten soll.

Die Lochstempel sind vorn zugespitzt und üben daher in keilförmiger Wirkung einen sehr grossen seitlichen Druck auf das Material aus.

Die rohen Blöcke kommen aus dem etwa 90 Blöcke fassenden Rollofen, gelangen über elektrisch angetriebene Rollengänge zu einer Richtmaschine und von dieser auf einem zweiten Rollengange zu einer Ablegevorrichtung, von wo sie auf geneigten Schienen in die untere Backe der hydraulischen Presse hineinrollen.

Rollofen und Richtmaschine arbeiten so schnell, dass sie beide zwei Pressen bedienen können. Nach dem Einlegen des Blocks wird die zur Erleichterung des Herausnehmens mit Graphit bestrichene Form geschlossen und nunmehr werden die Stempel eingedrückt.

Die Formstücke sind am besten aus Gusseisen hergestellt und werden mit Wasser gekühlt, so dass sie eine grosse Anzahl von Pressungen auszuhalten vermögen. Nach dem Pressvorgang wird die Form geöffnet, ein Drehkran nimmt die fertige Achse heraus und befördert sie auf das Kühlbett. Nach dem Abkühlen werden in die Löcher an beiden Enden Körnerstücke eingelegt, um nun die Lager- und Nabenstellen abdrehen zu können.

Die Presse leistet 350—400 t Druck bei 100 Atm. Wasserpressung. Die zum Eintreiben der Stempel erforderliche Zeit darf 4—5 Sek. nicht überschreiten, um eine möglichst lange Lebensdauer der Stempel zu gewährleisten.

Für die Herstellung einer Achse werden zwei Minuten gebraucht. In einer Stunde können 15 Achsen — das bedeutet 300 Achsen in zwei 10stündigen Arbeitsschichten — hergestellt werden. Beim Ausschmieden der Achsen unter dem Dampfhammer kann während derselben Zeit und mit derselben Anzahl Arbeiter nur ein Drittel dieser Leistung erzielt werden.

Besondere Schwierigkeiten hat die Konstruktion der Lochstempel bereitet. Zuerst wurden wassergekühlte Stempel aus Werkzeugstahl mit auswechselbaren gusseisernen Spitzen verwendet. Obwohl sie die genügende Steifigkeit besassen und auch genügender Widerstand der gusseisernen Spitze gegen die Hitze vorhanden war, so dass Verschweissen dieser mit dem Block nicht eintrat, so konnte doch die Spitze des Stempels wegen seiner geringen Abmessungen nicht kräftig genug befestigt werden, so dass sie abbrach und im Block stecken blieb, so dass dadurch der Stempel für den nächsten Arbeitsgang unbrauchbar wurde. Darauf gelangten volle Stahlgusstempel zur Verwendung. Ihre Spitze verschweisste aber unter dem grossen Druck mit dem Block, so dass der Stempel nur unter grosser Kraftanstrengung zurückgezogen werden konnte. Das Verschweissen versuchte man dann durch Einstreuen von Kohle zu verhindern; die bei der Verbrennung der Kohle entstehenden Gase bildeten eine Trennungsschicht zwischen Stempelspitze und Block. Jedoch wurde durch ungleichmässiges Verteilen der Kohle um den Stempel dieser abgelenkt und zerbrach infolgedessen. Darauf wurden vollgegossene Stempel aus Holzkohleneisen versucht. Diese erwiesen sich aber als gänzlich unbrauchbar, da sie bei nur wenig erkaltetem Block sich umbogen und abbrachen. Schliesslich verwendete man auf Grund *Ehrhardt*scher Erfahrungen Stempel aus Bessemerstahl und erzielte gute Ergebnisse. Um die Brauchbarkeit des Stempels trotz Verschweissens der Spitze mit dem Block zu erhalten, wurden diese Stempel mit im Gesenk geschmiedeten Kappen aus Stahl, deren Durchmesser etwas grösser ist als der des Stempels, versehen. Durch die Verschiedenheit der Durchmesser von Kappe und Stempel wurde die zum Einpressen nötige Kraft sehr vermindert, da die Reibung zwischen Lochwand und ganzer Stempellänge fortfällt. Die sogen. „verlorene“ Kappe schweisst mit dem Block zusammen, der Stempel kann leicht zurückgezogen werden, um für den neuen Arbeitsgang mit einer neuen Kappe versehen zu werden. Um die Stempel vor zu starker Erhitzung zu bewahren, werden die Kappen inwendig mit Graphit bestrichen. Diese Art der Stempel scheint sich bisher bestens zu bewähren.

Der Erfinder hat weitere Versuche angestellt, die sich auf das nachträgliche Härten der fertigen Achsen in einem Oelbade erstrecken; auch diese sind sehr zufriedenstellend ausgefallen und scheinen von Bedeutung zu sein.

Unter Eisenbahnwagen sind die Durchbiegungen der hohlen Presstahlachsen untersucht worden und haben im Vergleich zu den gewöhnlichen vollen Achsen geringere Werte ergeben, was von Einfluss auf die Lebensdauer der Achsen sein wird und als ein Beitrag zur Erhöhung der Betriebssicherheit anzusehen ist. Ein bedeutender Vorteil liegt bei den gepressten Achsen in dem Unversehrtbleiben der äusseren stark verdichteten Haut, da sie nach dem Pressen so genau im Durchmesser sind, dass sie nur an den Lager- und Nabenstellen abgedreht zu werden brauchen. Dadurch erhöht sich ihre Festigkeit den vollen Achsen gegenüber, da bei den letzteren die durch das Schmieden verdichtete Aussenhaut durchweg wieder durch das Nachdrehen der ganzen Achse verloren geht. Versuche in Amerika haben unzweifelhaft bewiesen, dass geschmiedete Achsen durch Abdrehen in ihrer Festigkeit verringert werden.

Die Höhlung der Achse zu beiden Seiten — die Achse hat in der Mitte etwa auf ein Viertel der ganzen Länge vollen Querschnitt — soll als Oelbehälter benützt werden, indem die Oeffnung durch einen Deckel mit Füllöffnung versehen wird; durch Zentrifugalwirkung soll das Oel durch eine feine Bohrung auf den Achsschenkel gelangen.

Die Lagerflächen lassen sich wegen der Dichte des Materials sehr blank polieren, so dass die Reibungsarbeit im Betrieb sehr gering ausfallen wird.

Abgesehen von der schon erwähnten hohen Leistungsfähigkeit des Verfahrens ist in anbetracht der Wirtschaftlichkeit noch folgendes hinzuzufügen: dass ein Zentrieren, Abstechen an den Enden, Abdrehen auf der ganzen Länge wegfällt. Dem gegenüber ist aber zu berücksichtigen, dass die Presse zu anderen Arbeiten nicht verwendbar ist, so dass also das Verfahren nur auf einem Werk mit Grossbetrieb eine wirtschaftliche Herstellungsweise darstellt.

Hs. Ms.

[1]) Ausführliche Angaben über die Einrichtungen des Presswerkes und über Untersuchungen der Achsen s. Engineering 1903, Bd. I., S. 650, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingenieure 1903, S. 702, *Glasers* Annalen 1903, S. 137.



Die Kühlmaschinen auf der Düsseldorfer Ausstellung.

Von Prof. **Alois Schwarz** in Mähr.-Ostrau.

(Fortsetzung von S. 363 d. Bd.)

Die Firma *Dietrich & Bracksiek*, Bielefeld, hatte eine Kohlensäurekühlmaschine nach den Patenten von Ingenieur *Sedlacek* ausgestellt.

Die Eigentümlichkeit der Bauart besteht darin, dass Kreuzkopf. Die Kondensatorschlangen werden an ihrem tiefsten Punkt in ein Sammelgefäss für die flüssige Kohlensäure eingeführt, welches gleichzeitig als Abscheider für das mitgerissene Glyzerin dient. Dieses kann am tiefsten Punkt

Fig. 4.

Fig. 5.

a Absperrventil. *b* Saugleitung. *c* Druckleitung. *d* Kompressor. *e* Füllventil. *f* Kondensator. *g* Glyzerinbehälter. *h* Verbindungsstück. *i* Eisgenerator. *k* Glyzerinpumpe. *l* Kohlensäureflasche. *m* Kohlensäuresammler. *n* Glyzerinabspritzventil. *o* Sammelstück. *p* Taugefäss. *q* Wasserhahn. *r* Elektromotor. *s* Schneckenrad. *t* Dreiweghahn. *u* Dampfleitung. *v* Ringschmierlager. *w* Anlassvorrichtung. *x* Wasserzuflussleitung. *y* Eistisch.

mittels einer Glyzerinpumpe von Zeit zu Zeit Glyzerin unter dem Kolben eingespritzt wird, zum Zweck die schädlichen Räume im Zylinder auszufüllen.

An den gusseisernen Kondensator, dessen Grundplatte in ihrer Verlängerung die Hauptlager trägt, ist oben der Kompressor angeschraubt. In der Mitte seitlich befindet sich ebenfalls angeschraubt die offene Geradführung für den der Flasche durch ein Ventil von Zeit zu Zeit abgelassen werden.

Seitlich am Kondensator ist die Glyzerinpumpe montiert, vermittelst welcher von Zeit zu Zeit Glyzerin in den Kompressorzylinder eingespritzt wird.

Die Fig. 4 und 5 zeigen die Disposition der Eiserzeugungsanlage dieser Firma, welche im Pavillon neben



der Maschinenanlage von *A. Freundlich* aufgestellt war. *f* ist der Kondensator mit angeschraubtem Kompressorzylinder *d*. Der Kompressor saugt die Kohlensäuredämpfe aus dem Eiserzeuger *i* an, komprimiert sie in die Kondensatorschlangen, von wo sie verflüssigt in das Sammelgefäss *m* abfliessen. Von dem am höchsten Punkt dieses Sammelgefässes angebrachten Regulierventil aus wird die flüssige Kohlensäure dem Verdampfer *i* wieder zugeführt. *k* ist die Glyzerinpumpe, welche das Glyzerin aus dem Behälter *g* entnimmt und in den Kompressorzylinder einspritzt. Durch den Dreiweghahn *t* kann flüssige Kohlensäure aus einer Flasche *l* nachgefüllt werden. Gleichzeitig zweigt an diesem Dreiweghahn die Leitung zum Saugmanometer 1 ab. Das Druckmanometer *2* ist von dem Regulierventil auf dem Sammelgefäss *m* angeschraubt. Im Eisgenerator befindet sich ein Propellerrührwerk *3*, welches die Salzlösung in dem Bassin in kräftige Bewegung versetzt.

p ist das Auftaubassin für die flachen Eiszellen, *y* der Tisch, auf dem das fertige Eis ausgelegt wird. Der Antrieb der Anlage erfolgt von einem Elektromotor *r* aus, der vermittels eines Schneckenradgetriebes *s* ein Vorgelege bewegt. Von diesem aus wird der Kompressor mittels Fest- und Losscheibe angetrieben. Das Propellerrührwerk *3* wird von der Kompressorwelle aus durch Riemen bewegt.

Der Antrieb dieser Kühlanlage erfolgt, wie bereits bemerkt, durch einen Elektromotor, dessen verlängerte Welle mittels Schnecke und Rad die Transmissionswelle antreibt, von welcher aus mittels Riemen der Kompressor betrieben wird, von dessen Welle wieder mittels Riemen das Rührwerk im Eisgenerator angetrieben wird. Der Kompressorzylinder ist aus Stahlblech hergestellt. Der Kondensator ist als gusseiserner Zylinderkörper ausgebaut, unten mit Boden versehen und enthält gleichzeitig die Lagerung für die gekröpfte Welle. Im Inneren des Kondensators sind Schlangen aus starkwandigen Pressrohren eingebaut, welche von Wasser umgeben sind. In der Mitte ist ein Ablaufrohr angebracht, durch welches das erwärmte Wasser wieder abfliesst. Zwischen Kompressor und Generator, sowie an den Kondensatorschlangen sind in geeigneter Weise Absperr- und Regulierventile angebracht. Die ausgestellte Eismaschine ist für eine stündliche Eiserzeugung von 20—25 kg Eis eingerichtet.

Von der Firma *Semmler & Gsell, G. m. b. H.*, Düsseldorf, ist im Restaurant der Dortmunder Akt.-Brauerei eine kleine Kühlmaschine ausgestellt, welche ausser einem Bierkeller von etwa 60 m^2 noch einen Vorratskeller von 7 m^2, 2 Speiseschränke und 2 Buffets kühlt. Die Kühlung wird durch einen liegenden Schwefeldioxydkompressor besorgt, der seinen Antrieb von einem Gasmotor erhält. Ausserdem ist eine Reservemaschine aufgestellt; das bezügliche Ausstellungsobjekt ist in Fig. 6 dargestellt.

Die stehende Kühlmaschine 1 dient lediglich als Reservemaschine. Die ganze Kühlung besorgt ausschliesslich der liegende Kompressor 2, der vom Gasmotor 3 aus angetrieben wird, und zu welchem der Tauchkondensator 4 gehört.

In dem Bier- und Vorratskeller bestehen die Verdampferrohre aus unmittelbar unter der Decke angeordneten Rippenrohrsystemen, die infolge ihrer bedeutenden Oberfläche eine ausserordentliche Kälteabgabe ermöglichen.

Wenn die Maschine arbeitet, setzt sich die in den Räumen vorhandene Feuchtigkeit in Form von Eis an den Rippenrohren fest. Dieses Eis taut langsam auf, nachdem die Maschine abgestellt wird, und gibt so seine Kälte ganz an den Raum ab, während aber das Schmelzwasser in Tropfrinnen, welche unter den Rohren angebracht sind, aufgefangen und vollständig abgeleitet wird.

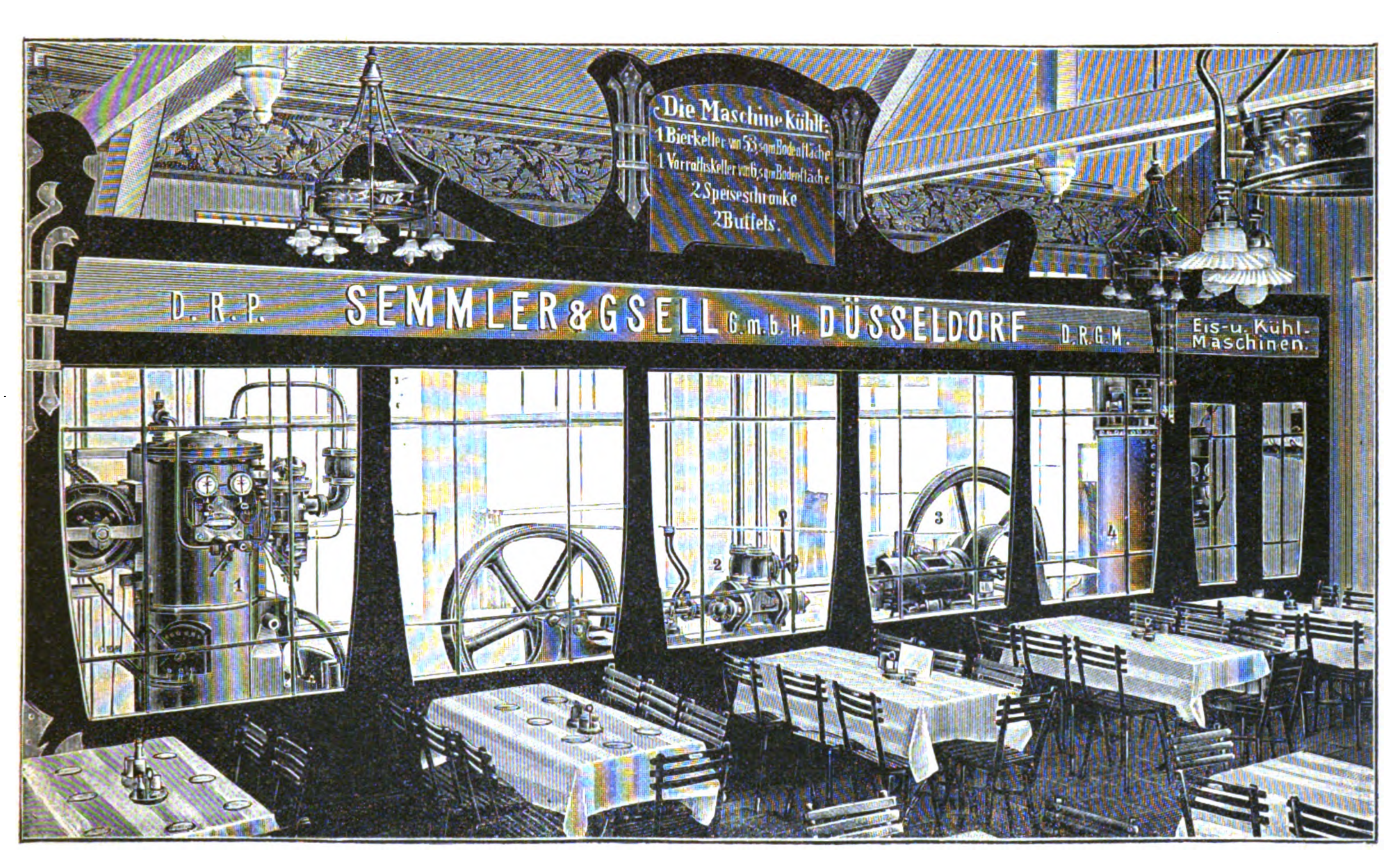


Fig. 6.

Der Kellerluft wird also beständig jede überflüssige Feuchtigkeit entzogen, so dass die Bildung aller schädlichen Keime verhindert und eine reine trockene Luftbeschaffenheit erzielt wird, bei welcher auch die empfindlichsten Fleischwaren, Speisen etc. wochenlang ohne jeden Nachteil aufbewahrt werden können.

In ganz anderer Weise erfolgt die Kühlung der Speisenschränke und Buffets. Da hier die Kühlrohre nur ganz wenig Platz einnehmen dürfen, muss auf einen möglichst kleinen Raum ein tunlichst grosses Quantum Kälte abgegeben werden können, und diese Kälte darf durch das häufige Oeffnen der Schrank- und Buffettüren nicht schnell wieder verloren gehen. Es müssen also auch Vorrichtungen getroffen werden, eine grössere Kältemenge aufzuspeichern, die während eines mehrstündigen Stillstandes der Maschine eine ausreichende Kühlung zu bewirken vermag.

Zu diesem Zweck hat die Firma *Semmler & Gsell* eigenartige Kühlbehälter konstruiert, welche leicht sowohl in die

Speisenschränke, wie auch in die Buffets eingebaut werden können und nur ganz wenig Raum beanspruchen.

Als Verdampfer dienen aus Kupferrohren hergestellte besondere Vorrichtungen, welche einen Kältevorrat aufnehmen, der bei längerem Stillstande der Maschine über Nacht oder auch bei Tage genügt, die in den Schränken oder Buffets zu kühlenden Gegenstände auf stets gleichmässig kalter Temperatur zu halten.

Die Schrankkühlung ist zum Teil vor und zwischen den Rippenrohr-Batterien eingeschaltet.

Bei der ausgestellten Anlage ist eine wesentliche Neuerung zu verzeichnen, welche vom Ingenieur *Semmler* herrührt, und welche sich darauf bezieht, die als Kältemedium verwendeten Dämpfe von Schwefeldioxyd möglichst zu trocknen. Diese Vorrichtung wird nunmehr bei allen von dieser Firma ausgeführten Kühlmaschinen verwendet und soll nachstehend beschrieben werden.

Es ist bekannt, dass besonders bei direkter Verdampfung die Regulierung der zuströmenden schwefeligen Säure unter Umständen Schwierigkeiten machen kann, und es kann vor allem auch vorkommen, dass durch Unvorsichtigkeit in der Handhabung die Maschine mit schwefeliger Säure überfüllt wird. In beiden Fällen ist es nicht ausgeschlossen, dass schwefelige Säure mit in den Kompressor gelangt und hier das Festsetzen der Ventile verursacht.

Um diesen Uebelstand ein für alle mal zu beseitigen, wird nach der Erfindung des Ing. *Semmler* die angesaugte schwefelige Säure derart getrocknet, dass nur absolut trockene Dämpfe in den Kompressor gelangen können.

Die Art und Weise, wie dieser Zweck erreicht wird, ist in der schematischen Skizze Fig. 7 dargestellt.

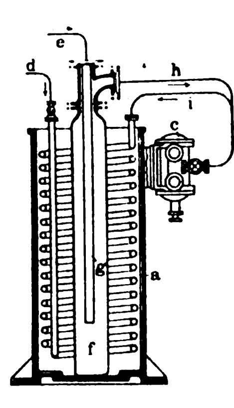


Fig. 7.

Die Trocknung des angesaugten Schwefligsäuredampfes soll durch eine Nachverdampfung erreicht werden, also dadurch, dass alle etwa aus dem Verdampfer mitgerissene Flüssigkeit nachträglich durch Wärmezufuhr verdampft wird. Diese Wärmezufuhr erfolgt nun nach dem vorliegenden Verfahren aus dem Kühlwasser des Kondensators, also bei der höchsten Temperatur in der Maschine. Nach der in dem Schema dargestellten Anordnung ist a das Kondensatorbassin, an welchem aussen der Kompresser c anmontiert ist. Die dampfförmige schweflige Säure wird von dem Kompressor durch Leitung d zum Regulierventil und von hier aus zum Verdampfer geführt.

Aus dem Verdampfer saugt der Kompressor durch Leitung e die Schwefligsäuredämpfe an. Dieselben strömen durch das Tauchrohr g in eine Flasche f, die in den Kondensator eingebaut ist. Durch Leitung h saugt der Kompressor oben seitlich die Dämpfe aus dieser Flasche ab. Etwa mitgerissene Flüssigkeit wird nun in der Flasche teils mechanisch ausgeschieden, teils unmittelbar an den Wänden der Flasche, welche durch das bedeutend wärmere Kühlwasser geheizt werden, verdampft. Auch die mechanisch ausgeschiedene flüssige schweflige Säure muss selbstverständlich vor und nach verdampfen, und wird das vom Kompressor bei dem Verdampfer angesaugte Volumen um den Betrag dieser im Kondensator verdampfenden schwefligen Säure vermindert.

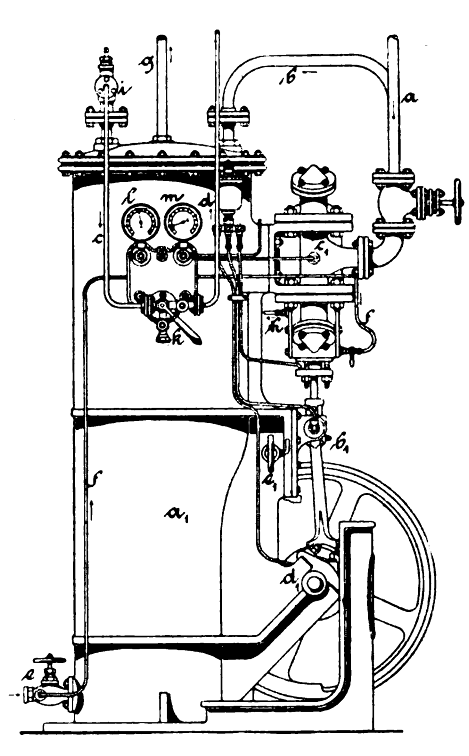
Die Maschinen der Firma *Semmler & Gsell* werden von der Maschinenfabrik *Herm. Hartung Nachfolger, G. m. b. H.*, in Düssesdorf ausgeführt.

Die normale Maschine, stehendes Modell der Firma, ist in Fig. 8 dargestellt. Der Kondensator a_1 ist als stehender Zylinder aus Gusseisen ausgeführt und oben mit einem dicht schliessenden Deckel verschlossen. Seitlich oben ist der Kompressorzylinder c_1 angeschraubt, darunter die Geradführung b_1, und hierunter die beiden Hauptlager d_1, in welchen die Kurbelwelle gelagert ist.

Die Fest- und Losscheibe zum Antrieb des Kompressors sitzt seitlich frei auf der Kurbelwelle. Nach aussen vor dem Kurbellager befindet sich ein Oelfänger, welcher gleichzeitig als Sicherheitsvorrichtung gegen Hineinfassen in das Getriebe dient. In dem Anguss für die Geradführung ist der Riemenausrücker e_1 angebracht.

Die Geradführung ist offen ausgeführt, so dass der Kreuzkopf unter zwei Gleitschienen sich bewegt.

Durch das Rohr a saugt der Kompressor die schweflige Säure aus dem Verdampfer an, welcher gewöhnlich aus Rippenrohren für unmittelbare Verdampfung in den Kühlräumen ausgeführt wird. In der Hauptleitung sitzt vor dem Kompressor ein Absperrventil.


Fig. 8.

Der Kompressor ist doppeltwirkend ausgeführt und ist die obere und untere Hälfte durch einen angegossenen Kanal verbunden. Die komprimierten Gase gelangen durch Rohr b, in welchem ein gleiches Absperrventil wie in der Saugleitung sitzt, in die Rohrschlange des Kondensators a_1, welche in das Kondensatorgefäss eingebaut ist. Das untere Ende dieser Rohrschlange wird wieder emporgeführt und ist oben über dem Deckel des Kondensators durch ein Ventil i absperrbar, an welches sich die Rohrleitung c für die flüssige schweflige Säure anschliesst und diese zum Regulierventil k führt.

Der Eintritt und der Austritt der Kondensatorschlange ist im Kondensatordeckel wasserdicht befestigt.

Das Kühlwasser tritt unten in das Kondensatorgefäss bei e durch ein Ventil regulierbar ein und verlässt das Gefäss durch ein am höchsten Punkt des Deckels angebrachtes Rohr g. Infolge der geschlossenen Bauart des Kondensators ist es also möglich, das Wasser unter Druck den Apparat passieren zu lassen, was von Wichtigkeit ist bei der Aufstellung der Maschine in tiefliegender Kellerei, wo das Wasserleitungswasser, welches den Kondensator durchflossen hat, zu beliebiger Verwendung in irgend ein Stockwerk hochgedrückt werden kann.

Von dem Wasserzuflussventile zweigt ein kleines Rohr f ab, welches die Stopfbüchse des Kompressors mit Kühlwasser versorgt. Dieses Wasser fliesst durch Rohr h fort, gewöhnlich in einen offenen Trichter, so dass man beobachten kann, ob Kühlwasser in genügender Menge läuft. Nötigenfalls kann jedoch auch dieses Wasser zu irgend einer Verwendungsstelle geführt werden. Hinter dem Regulierventil k schliesst die Leitung d für die flüssige schweflige Säure an, welche diese zu dem Verdampfer im Kühlraum führt.

Das Regulierventil ist auf einer kleinen Tafel montiert, welche oben das Druckmanometer l und das Saugmanometer m trägt.

Seitlich von der Manometertafel befindet sich ein Schmiergefäss mit drei Regulierhähnen, von welchem aus die

Schmierung des Kurbelzapfens und der Geradführung erfolgt.

Die Schmierung der Kolbenstange geschieht mit einer ganz geringen Oelmenge und ist die Stopfbüchse so ausgeführt, dass ein Eindringen des Oels in das Innere des Zylinders als ausgeschlossen gelten darf.

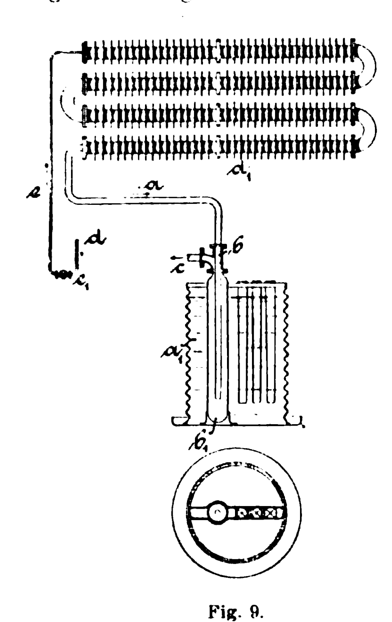


Fig. 9.

Der Kompressorzylinder besteht aus einem gusseisernen Zylinder, an welchem seitwärts je ein Saug- und Druckkanal angegossen ist. Diese Kanäle sind mit angegossenen Flanschstutzen versehen, an welche die Saug- resp. Druckleitung vermittels eines Krümmers anschliesst.

Seitlich an den Saug- und Druckkanälen sind mittels Verschraubungen die kleinen Leitungen für die Manometer angesetzt. Der Zylinder hat an der Hinterseite angegossen eine Platte, mittels deren er am Kondensatorgehäuse angeschraubt wird.

Die Deckel sind in normaler Weise kugelförmig ausgebildet und münden die Oeffnungen der Ventilgehäuse in die sämtlichen Verbindungskanäle des Zylinders. Der Zylinder hat keine Wasserkühlung, und hat sich trotzdem im Betrieb der Maschine hieraus niemals ein Uebelstand ergeben. Die Stopfbüchse dagegen ist mit seitlichen Kühlwasserkammern versehen, die durch flache Deckel nach aussen abgedichtet sind. In die eine Kammer tritt das Wasser seitlich ein, durchströmt dieselbe, tritt durch einen Verbindungskanal in die andere Kammer über und verlässt diese seitlich oben durch ein Abflussrohr.

Ingenieur *Semmler* hat sich ausserdem noch eine andere Einrichtung als Gebrauchsmuster 167513 schützen lassen, welche in Fig. 9 schematisch dargestellt ist.

Dem Verdampfer d_1, welcher in der Form von gusseisernen Rippenrohren ausgeführt ist, strömt die flüssige schweflige Säure, durch Leitung d vom Kondensator kommend, durch das Regulierventil e_1 und Leitung e zu. Am Ende der Saugleitung a, zwischen dieser und der Leitung zum Kompressor c, ist ein Gefäss b_1 eingeschaltet, welches eine Erweiterung dieser Leitung und zugleich eine Vergrösserung der Kühlfläche darstellt. Die Gase treten in dasselbe durch das Tauchrohr b ein und werden oben durch einen seitlichen Stutzen durch die Leitung c abgesaugt. Infolge des grösseren Querschnittes dieser Flasche erhalten die Gase eine bedeutend kleinere Geschwindigkeit und können etwa mitgerissenen Schmutz, Sand u. dergl. aus den Verdampferrohren absetzen, sowie auch etwa mitgerissene schweflige Säure, die dann in der Flasche nachverdampft.

(Schluss folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Wasserstands-Panzer

(Vorrichtung zum Schutz und zur erhöhten Sichtbarkeit für Wasserstände. Patent *v. Rekowsky*).

Ein Apparat, welcher zur Verhütung von Unfällen im Dampfkesselbetriebe dienen soll, wird von dem Ingenieur *Th. v. Rekowsky*, Berlin, in den Handel gebracht.

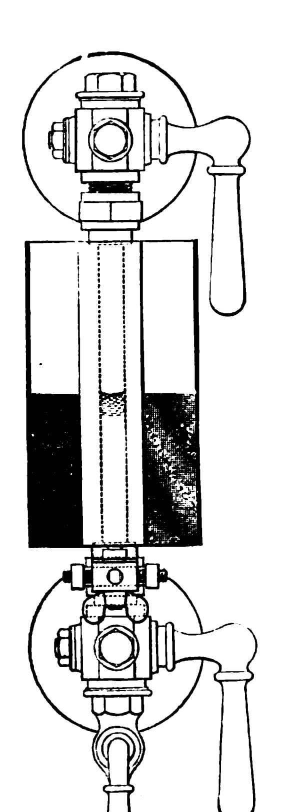



Fig. 1.

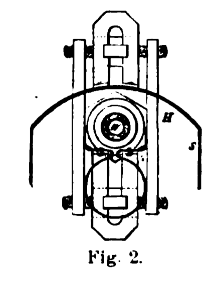


Fig. 2.

Der Apparat (Fig. 1 u. 2) ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass das Wasserstandsglas *W* (Fig. 2) durch eiserne Schutzwände *s* nicht nur nach dem Heizerstande, sondern auch nach den Seiten zu, abgedeckt wird, das Wasserstandsniveau aber dennoch durch die optische Wirkung eines metallenen Hohlspiegels *H*, welcher sich hinter dem Wasserstandsglase befindet, dem Auge vom Heizerstande aus bedeutend verbreitert sichtbar bleibt.

Die Befestigung der Schutzwände ist vermittelst zweier Schraubenbolzen mit Flügelmuttern derartig getroffen worden, dass die Freilegung des Glases eine Augenblickssache ist, auch kann der Austausch des Hohlspiegels in wenigen Minuten bewirkt werden. Die Klemmvorrichtung, welche den ganzen Apparat trägt und an der unteren oder oberen Stopfbüchsenmutter befestigt werden kann, erfährt durch die Ausbildung von Rechts- und Linksgewinden beim Bruch des Glases durch den auf die Schutzwände wirkenden Dampfdruck event. eine weitere Pressung an die Stopfbüchsenmutter, so dass ein Fortschleudern des Apparates ausgeschlossen ist. Die eisernen Bügel der Schutzwände verleihen

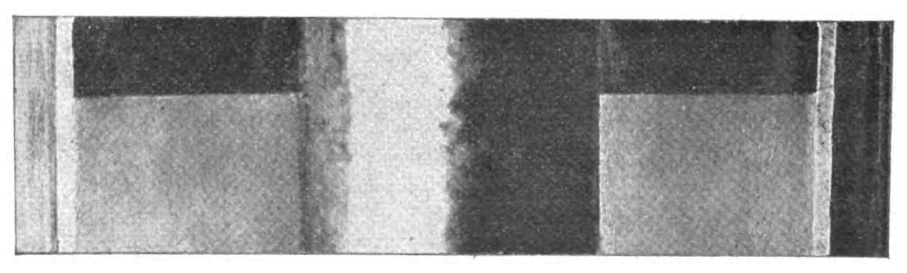


Fig. 3. Wasserstandsniveau bei Tagesaufnahme.

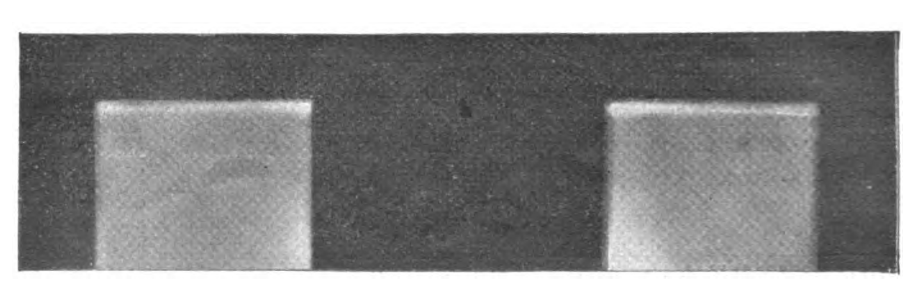


Fig 4. Wasserstandsniveau bei Nachtaufnahme.

diesen Teilen eine gewisse Elastizität der Befestigung. Bemerkt sei noch, dass die Klemmvorrichtung nur dann gelöst werden muss, wenn ein Nachziehen der Stopfbüchsenmutter zwischen einer halben und einer ganzen Umdrehung variiert, was sich leicht vermeiden lässt.

Fig. 3 und 4 zeigen das Wasserstandsniveau in natürlicher Breite bei Tages- resp. Nachtbetrieb photographiert. Es ist nicht Bedingung, dass die Beleuchtung bei Nachtbetrieb in dem Hohlraum der Schutzwand *s* angeordnet wird, jedenfalls aber ist die Wirkung der Lichtquelle, von hier ausstrahlend, eine ganz vorzügliche.

Der Apparat ist an jedem normal gebauten Wasserstand, auch bei schräger Lage desselben, zu befestigen und genügt für Bestellung die Angabe der „sichtbaren" Länge des eingebauten Wasserstandsglases.

Der Ballotier-Apparat „Patent Odhner."

In dem St. Petersburger Polytechnischen Verein machte *N. v. Lösch* Mitteilung über den Ballotier-Apparat, der von *W. T. Odhner* konstruiert worden ist. Die zu geheimen Abstimmungen gebräuchlichen Apparate haben den Misstand, dass die Geheimhaltung der Stimmabgabe zumeist nicht vollkommen und das Zählen der Stimmkugeln leicht Differenzen geben kann. Der von *Odhner* konstruierte Apparat soll eine vollkommen geheime und sichere Wahl ermöglichen und die Zählung der Stimmkugeln durch selbsttätige Aufreihung höchst vereinfachen und einwandsfrei machen. Jede Stimmabgabe kennzeichnet sich durch ein Glockensignal und die abgegebenen Stimmkugeln werden in einem Lager mit Fächern zu je 10 Stück aufgespeichert. Der Apparat ist wie folgt konstruiert:

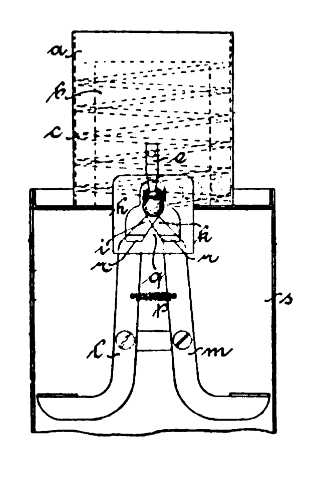


Fig. 1.

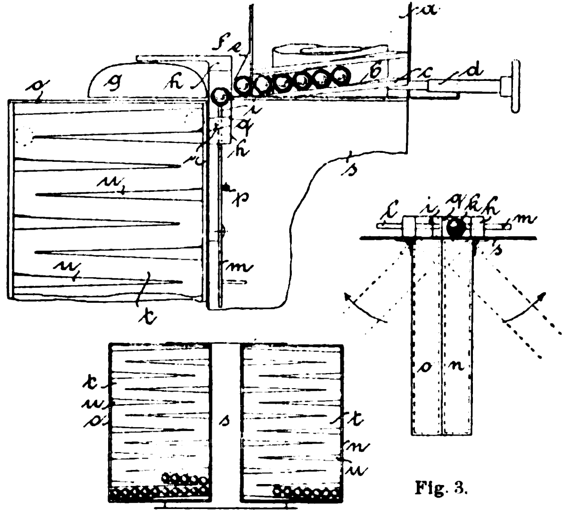


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 1. Vorderansicht mit abgenommener Wand und abgenommenen Sammelgefässen.

Fig. 2. Seitenansicht mit teilweisem Schnitt.

Fig. 3. Aufsicht des Lagers im Einzelnen.

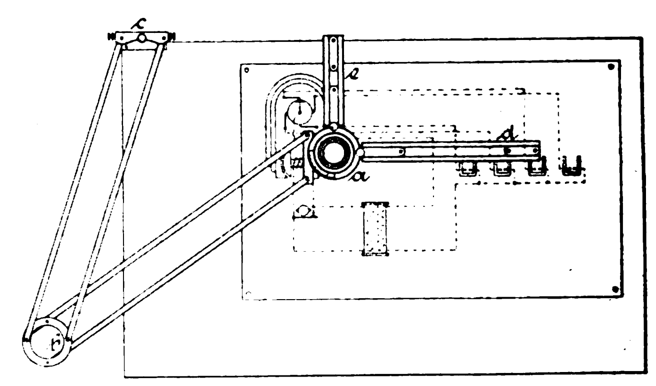
Fig. 4. Aufsicht des Lagers der beiden Sammelgefässe in aufgeklapptem Zustande (verkleinerter Massstab).

Die Stimmkugeln werden vor der Wahl in dem Behälter *a* gesammelt. In diesem befindet sich ein Hohlzylinder *b* mit spiralförmigen Gängen *c* an der Aussenseite, in denen die Kugeln nach unten gleiten und dort nacheinander einzeln vor den Schieber *d* fallen. Aussen am Behälter *a* sitzt vor der Oeffnung *f* eine Feder *e*. Sobald nun die vor dem Schieber liegenden Kugeln, in gegebenem Falle zwei, vorgeschoben werden, wird die Feder *e* zurückgedrückt, dadurch die vorderste Kugel vorgeschleudert und dem Lager zugeführt. Dabei stösst sie gegen die an einem Rahmen *h* sitzende Glocke *g* und bringt diese zum Ertönen. Das Lager, das sich in dem zur Führung der Kugel dienenden Rahmen *h* befindet, besteht aus zwei Nasen *i* und *k*, die an durch Schlitze des Rahmens gehenden Hebeln *l* und *m* sitzen. Durch Seitwärtsbewegung des einen Hebels wird die entsprechende Nase seitwärts verschoben. Die von den Nasen gehaltene Kugel fällt nach dieser Seite herunter und rollt auf der schrägen Fläche *r* des Rahmens *h* in den davor liegenden Sammelbehälter *n*, Fig. 3. Bei Bewegung des Hebels *l* wäre sie entsprechend in den Behälter *o* gerollt. An den Hebeln *m* und *l* sitzt die Feder *p*, so dass die Hebel sofort wieder ihre alte Lage einnehmen. Zur sicheren Führung der Kugel zum Sammelbehälter hat der Rahmen *h* unter den Nasen *i* und *k* einen spitzen Ansatz *q*. Die Hebel *l* und *m*, sowie das Lager befinden sich in einem Gehäuse *s*, so dass nicht zu sehen ist, welcher Hebel bewegt wird. Die Sammelbehälter bestehen aus in entgegengesetzter Richtung schräg abfallenden, übereinander liegenden Kanälen *t* von bestimmter Länge, so dass jeder z. B. 10 Kugeln aufnehmen kann. Die Kugeln rollen an den Zwischenwänden nun entlang bis an den untersten Kanal, füllen diesen, dann den darüberstehenden u. s. w. Nach der Wahl werden dann die Behälter auseinander geklappt in der Richtung der Pfeile in Fig. 3, und lassen dann sofort infolge der übersichtlichen Anordnung der Kanäle, die Zahl der für jeden Kandidaten abgegebenen Stimmen erkennen (Fig. 4). Um allen Missverständnissen vorzubeugen, ist die eine Hälfte des Apparates mit einem weissen und die andere mit einem dunklen Anstrich versehen, entsprechend „pro" und „contra" und in der gewöhnlichen Ausführung für 100 Wähler eingerichtet. Als Stimmkugeln dienen $^3/_8$ Zoll Durchmesser Stahlkugeln, wie sie gewöhnlich bei Fahrrad-Lagern benutzt werden.

Ein derartiger Apparat in eleganter Ausführung kostet einschliesslich Verpackung in St. Petersburg 30 Rbl. —*i.*

Die Zeichenmaschine

der *Wellmann-Seaver-Morgan Engineering Co.* in Cleveland (Ohio) besteht nach Genie Civil aus einem beweglichen Kopf *a*, mit den Linealen *e* und *d*, der das eigentliche Instrument bildet und auf der ganzen Fläche der Zeichnung verstellt werden kann. Durch den Mechanismus der beiden in Gelenken befestigten Parallelogramme *bc* und *ba* bleibt der Kopf zu sich stets parallel. Jedes dieser Parallelogramme besteht aus einem Paar gleicher Metallstäbe, deren Enden sich um Zapfen drehen. Die Zapfen des ersten Parallelogramms liegen an dem Scharnier *c*, das an der linken oberen Ecke des Zeichenbrettes befestigt ist, und an dem Metallkreis *b*, die Zapfen des zweiten ebenfalls an *b* und an dem beweglichen Kopf *a*. Letzterer ist mit einem Teilkreis versehen, um den sich ein System von 2 festen, rechtwinkeligen Armen verstellen lässt; diese Arme tragen die gradierten Lineale *d* und *e* mit verschiedenen Massstäben. Presschrauben lassen die Arme in jeder beliebigen Richtung festmachen. Es ist also möglich, zwei rektanguläre und parallele Liniensysteme von begrenzter Länge in allen Teilen der Zeichnung durch einfaches Verrücken des Instrumentes zu verzeichnen. Die Maschine ersetzt demnach Schiene und Winkel.



Das Zeichnen geneigter Linien ist ebenso leicht, wie von wagerechten und senkrechen. Man hat nur die Arme *d* und *e* auf dem Teilkreise entsprechend einzustellen; für die gewöhnlichsten Winkel (30°, 45°, 60° und 90°) sind Hemmfedern angebracht, die ein augenblickliches Einstellen ermöglichen. Die gradierten Lineale lassen sich auch rasch auswechseln. *Ty.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 25. **Berlin, 20. Juni 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Spielt die Erde bei der drahtlosen Telegraphie eine wesentliche Rolle?

Von Dr. **A. Koepsel.**

Die Frage, ob die Erde bei der drahtlosen Telegraphie eine wesentliche Rolle spielt, ist schon vielfach erörtert worden. In den Anfangsstadien dieses neuen Zweiges der Technik glaubte man der Erde eine solche Rolle zuschreiben zu müssen, da eine Erdung des Systemes unumgänglich nötig war. Als indessen durch das *Braun*sche System die Entbehrlichkeit der Erdung nachgewiesen wurde, neigte man wieder der entgegengesetzten Ansicht zu, dass der Erde kein wesentlicher Einfluss auf die Fortleitung elektrischer Wellen durch den Raum zuzuschreiben sei. Versuche in Freiballons schienen diese letztere Ansicht zu bestätigen und so gewöhnte man sich an die Auffassung, die Fortpflanzung elektrischer Wellen analog derjenigen der Lichtwellen zu betrachten. Immerhin blieb die Ueberwindung der Krümmung der Erde ein nicht ganz aufgeklärtes Rätsel, und wenn man sich darüber auch mit der überaus grossen Länge der elektrischen Wellen gegenüber den Lichtwellen hinwegzutäuschen suchte, so blieb doch für den Skeptiker immer noch ein Rest des Zweifels, welcher durch die Versuche *Marconis* zur Ueberbrückung des Ozeans nur verstärkt werden konnte, zumal da die Entbehrlichkeit der Erde bei dem *Braun*schen System nur als eine scheinbare betrachtet werden konnte, indem auch hier immerhin Vorrichtungen notwendig werden, welche zur benachbarten Erde in so naher Beziehung stehen, dass von einer vollständigen Ausschliessung derselben nicht die Rede sein kann.

Die Entscheidung dieser Frage ist um so schwieriger, als wir uns ja von der Mitwirkung der Erde nicht gut freimachen können und die im Verhältnis zu den Abmessungen der Erde mässigen Höhen, in welche wir uns zur Untersuchung dieser Frage erheben könnten, sind doch kaum genügend, um mit Sicherheit eine solche Einwirkung der Erde als ausgeschlossen zu erachten.

Indessen dürfte man der Entscheidung dieser Frage doch um ein bedeutendes Stück näher kommen, wenn es nachzuweisen gelänge, dass die Wirkungen, welche man mit einem der gebräuchlichen Geber auf die Erde auszuüben vermag, derartige sind, dass ihr elektrisches Potential dadurch wesentlich beeinflusst wird und zwar so, dass die Funktion der sehr empfindlichen Empfangsstation dadurch erklärlich wird.

Ein solches Unternehmen wird jedem beim ersten Anblick paradox erscheinen, denn einen Körper von den Abmessungen der Erde mit irdischen Mitteln nachhaltig zu elektrisieren, dürfte vielen als eine Unmöglichkeit erscheinen; und das kommt daher, dass fast jedermann gewöhnt ist, die elektrostatische Kapazität der Erde als für unsere Begriffe unendlich gross anzusehen. Indessen hat die Erde einen auch für unsere Begriffe immerhin nicht allzu hohen Wert der elektrostatischen Kapazität. Derselbe ist gleich ihrem Radius, d. h. $6{,}37 \cdot 10^8$ cm oder 708 Mikrofarad, und unsere Betrachtung wird sich darauf erstrecken, ob es möglich ist, mit den immerhin geringen Mitteln der modernen Funkentelegraphie das Potential einer Kugel von dieser Kapazität wesentlich zu stören oder dieselbe gar in Schwingungen zu versetzen.

Betrachten wir zu diesem Zweck einen Schwingungskreis mit beiderseits angesetzten Resonanzdrähten. Letztere kommen zur vollkommenen Resonanz, wenn ihre Längen je gleich einer Viertelwellenlänge des Schwingungskreises ist. Die Wellenlänge des Schwingungskreises von der Kapazität C (elektrostatisch) und der Selbstinduktion L (elektromagnetisch) ist $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$. Bezeichnet C' und L' Kapazität und Selbstinduktion eines jeden Resonanzdrahtes, so muss bei vollständiger Resonanz folgende Gleichung bestehen

$$L'\,C' = \frac{\pi^2}{4}\,L\,C$$

Die vollständige Resonanz hängt also nur ab von dem Produkt der beiden Grössen L und C bezw. L' und C'.

Wir können daher eine dieser beiden Grössen beliebig ändern, die Resonanz wird erhalten bleiben, wenn wir nur dafür sorgen, dass das Produkt beider konstant bleibt.

Schneiden wir z. B. von einem der Resonanzdrähte ein Stück ab, so ändern wird damit seine Selbstinduktion und seine Kapazität und die Resonanz wird gestört; ersetzen wir aber das abgeschnittene Stück durch eine Kapazität z. B. eine Kugel von der Kapazität C''', so dass

$$L''\,(C'' + C''') = L'\,C'$$

ist, so wird wieder vollständige Resonanz vorhanden sein, ebenso wenn wir weitere Stücke abschneiden und diese durch immer grössere Kugeln ersetzen.

Um dies noch anschaulicher zu machen, betrachten wir die nachfolgenden Tabellen I—III.

Die Tabellen enthalten in der ersten Spalte, erste Linie, die zu der zugehörigen Wellenlänge λ notwendige Resonanzlänge, und weiter die verkürzten Resonanzlängen, Spalte 2 die zugehörige Selbstinduktion für einen Draht von 1 mm Dicke, Spalte 3 die zugehörige Kapazität und Spalte 4 die Radien der Kugeln, welche an das Ende des Drahtes angeschlossen werden müssten, um mit der vorhandenen Länge der Resonanzbedingung zu genügen.

I.

$\lambda = 40$ m

l	L	C	R
1000 cm	19 200 cm	50,5 cm	0 cm
900 „	17 100 „	46 „	10,7 „
800 „	15 010 „	41,4 „	23,2 „
700 „	12 940 „	36,6 „	38,3 „
600 „	10 910 „	32 „	56,9 „
500 „	8 900 „	27,2 „	81,8 „
400 „	6 944 „	22,3 „	117,4 „
300 „	5 040 „	17,3 „	175,1 „
200 „	3 196 „	12,1 „	291 „
100 „	1 460 „	6,6 „	657,5 „
0 „	0 „	0 „	∞

II.

$\lambda = 400$ m

l	L	C	R
10 000 cm	238 000 cm	409,5 cm	0 cm
9 900 „	235 600 „	405,6 „	8 „
9 800 „	233 100 „	401,7 „	16 „
9 700 „	230 600 „	397,8 „	25 „
9 600 „	228 100 „	393,9 „	33 „
9 500 „	225 600 „	390 „	42 „
9 000 „	213 000 „	371 „	87 „
8 000 „	187 000 „	332,5 „	189 „
7 000 „	161 600 „	295 „	208 „
6 000 „	136 700 „	256,5 „	456 „
5 000 „	112 200 „	217 „	652 „
4 000 „	87 920 „	177,1 „	932 „
3 000 „	64 200 „	136,4 „	1 382 „
2 000 „	41 160 „	94,3 „	2 354 „
1 000 „	19 200 „	50,5 „	5 026 „
500 „	8 900 „	27,2 „	10 923 „
100 „	1 460 „	6,6 „	66 753 „
0 „	0 „	0 „	∞

III.

$\lambda = 4000$ m

l	L	C	R
100 000 cm	2 837 000 cm	3 451 cm	0 cm
99 900 „	2 834 000 „	3 447 „	7,6 „
800 „	831 000 „	443 „	15,3 „
700 „	828 000 „	440 „	22 „
600 „	826 000 „	437 „	28 „
500 „	823 000 „	434 „	34 „
99 000 „	2 811 000 „	3 414 „	69 „
90 000 „	2 535 000 „	3 127 „	736 „
80 000 „	2 235 000 „	2 800 „	1 580 „
70 000 „	1 936 000 „	2 473 „	2 584 „
60 000 „	1 642 000 „	2 141 „	3 821 „
50 000 „	1 349 000 „	1 809 „	5 449 „
10 000 „	238 000 „	410 „	40 720 „
5 000 „	112 100 „	217,2 „	87 123 „
1 000 „	19 200 „	50,5 „	509 850 „
500 „	8 900 „	27,2 „	1 100 000 „
100 „	1 460 „	6,6 „	5 325 000 „
10 „	100 „	0,9 „	97 900 000 „
0 „	0 „	0 „	∞

Aus diesen Tabellen ersieht man, dass, je kürzer die Resonanzlänge wird, um so grösser wird der Radius der das abgeschnittene Stück ersetzenden Kugel.

Ferner: je grösser die Wellenlänge wird, um so grösser wird der Radius der einen aliquoten Teil des Drahtes ersetzenden Kugel; um z. B. bei 40 m Wellenlänge 90 v. H. der Länge des Resonanzdrahtes zu ersetzen, benötigt man einer Kugel von 6,57 m Radius, bei einer Wellenlänge von 4000 m werden 90 v. H. der Resonanzlänge aber erst durch eine Kugel von 407 m Radius ersetzt.

Ferner ersieht man hieraus, dass bei einer Wellenlänge von 4000 m eine Resonanzlänge von 10 cm aus 1 mm dickem Drahte die Anschaltung einer Kugel von 979000 m Radius erfordern würde. Die Kapazität einer solchen Kugel ist $9,79 \cdot 10^7$ cm, die der Erdkugel ist $6,37 \cdot 10^8$ cm; die Kapazität einer solchen Kugel kommt also der Kapazität der Erde schon ziemlich nahe.

Bei Verwendung dickerer Drähte werden aber die Kugelradien noch grösser und man wird unter diesen Umständen die Kapazität der Erde tatsächlich erreichen.

Betrachten wir die Sache allgemein: Es seien L und C Selbstinduktion und Kapazität des unverkürzten Drahtes, L' und C' die entsprechenden Werte des verkürzten Drahtes, R die Kapazität der anzuschaltenden Kugel, um vollständige Rosonanz zu erreichen, dann muss sein:

$$L\,C = L'\,(C' + R) = \frac{\lambda^2}{16}$$

oder

$$R = \frac{L}{L'}\,C - C' = \frac{\lambda^2}{16\,L'} - C'$$

Man sieht hieraus ohne weiteres, dass, je grösser die Wellenlänge ($4\sqrt{L\,C}$) wird, um so grösser wird R' und je kleiner L' wird, d. h. je kürzer das übrigbleibende Stück wird, um so grösser wird ebenfalls R.

Fragen wir nun, bei welcher Wellenlänge die Erde in Resonanz mit dem schwingenden System sein wird, wenn wir eine minimale, mit praktischen Mitteln noch erreichbare Selbstinduktion für das Leiterstück, welches die Verbindung mit der Erde herstellt, zulassen. Wir wollen diese minimale Selbstinduktion zu 100 cm annehmen. Da seine Kapazität gegen die der Erde vernachlässigt werden kann, so geht unsere Gleichung

$$\frac{L}{L'}\,C - C' = R$$

über in

$$\frac{L}{L'}\,C = R$$

oder da

$$L\,C = \frac{\lambda^2}{16}$$

$$\frac{\lambda^2}{16\,L'} = R$$

$$\lambda = 4\sqrt{L'\,R}$$

Setzen wir hierin

$$L' = 100 \text{ cm}$$
$$R = 6,3 \cdot 10^8 \text{ cm}$$

so ergiebt sich

$$\lambda = 10000 \text{ m}$$

Das heisst, man würde mit einem Schwingungskreis von 10000 m Wellenlänge, an dessen eine Seite ein Resonanzdraht von 2500 m Länge, welcher senkrecht in die Höhe geführt wird und dessen andere Seite durch einen Draht von 100 cm Selbstinduktion geerdet ist, die Erdkugel in Rosonanz versetzen.

Sehen wir zu, von welcher Grössenordnung die Schwankungen des Erdpotentials in diesem Falle sein würden.

Die Kapazität eines 2500 m langen, 1 mm dicken Drahtes ist

$$C = \frac{l}{2\,l\,n\,\frac{2\,l}{d}} = 8,3 \cdot 10^3$$

Das Verhältnis dieser Kapazität zu der der Erde ist

$$\frac{C_d}{C_e} = \frac{8,3 \cdot 10^3}{6,3 \cdot 10^8} = 0,000013$$

Da sich die Potentiale umgekehrt wie die Kapazitäten verhalten, so wird, wenn man das Potential des Drahtes zu 100000 Volt annimmt, was in der Praxis erreichbar sein dürfte, die Potentialschwankung der Erde

$$100000 \cdot 0,000013 \text{ Volt} = 1,3 \text{ Volt}$$

betragen.

Die hierzu nötige Elektrizitätsmenge beträgt 0,0009 Coulomb, eine Grösse, die man praktisch ohne besondere Mühe erreichen kann. Der maximale Stromstoss würde bei minimaler Dämpfung 15 Amp. nicht übersteigen.

Bei Anwendung mehrerer Drähte wird natürlich diese Potentialschwankung beliebig gesteigert werden können.

Wie ich bereits in einem früheren Aufsatze[1]) erwähnt habe, steigt bei der Verwendung mehrerer Drähte die Kapazität in einem anderen Verhältnis, als die Selbstinduktion sinkt, woraus eine Verkürzung der Resonanzlänge resultiert. Nimmt man diese Verkürzung vor, so bleibt also der Wert von $L\,C$ ungeändert, d. h. es ändert sich in bezug auf die Resonanz der Erde nichts. Da aber C gewachsen ist, so ist auch das Verhältnis $\frac{C_a}{C_e}$ gewachsen, d. h. die Potentialschwankungen der Erde werden durch die Vermehrung der Resonanzdrähte grösser. Bei Verwendung von 400 Drähten in etwa 0,5 m Abstand dürfte, wenn man die entsprechende Verkürzung mit in Rechnung zieht, die Kapazität von der Grössenordnung 10^5 werden; die Schwankung des Erdpotentials würde sich demnach zu etwa 16 Volt ergeben, wenn im Luftdraht ein Potential von 100000 Volt vorausgesetzt wird.

Wenn nun auch *Marconi* mit seinen Einrichtungen für die Ozeantelegraphie die Erde auch noch nicht in vollkommene

[1]) D. p. J. 1903, Bd. **318**, S. 331.

Resonanz versetzt haben dürfte, da hierzu die von ihm verwendete Wellenlänge noch zu kurz ist, so kommt er doch den angeführten Zahlen schon recht nahe, und wenn man bedenkt, dass die Resonanzerscheinungen meist nicht plötzlich auftreten, sondern oft, und zumal bei den hier in Rede stehenden Erscheinungen recht flache Maxima aufweisen, so ist es nicht ausgeschlossen, dass er die Erde, wenn auch nicht in vollkommene, so doch in recht merkliche Resonanz versetzt habe, so dass immerhin Potentialschwankungen von der Grössenordnung von 1 Volt nicht ausgeschlossen erscheinen und die Ozeantelegraphie würde sich als eine Erdtelegraphie entpuppen. Gleichzeitig wäre auch der Weg vorgezeichnet, auf dem man zu noch besseren Ergebnissen kommen kann.

Die vorstehenden Erörterungen sollen nun durchaus nicht den Anspruch machen, die auftretenden Erscheinungen zahlenmässig festzulegen. Die Zahlen sollten vielmehr nur dazu dienen, die vorgetragenen Ansichten glaubhafter zu machen, als dies ohne sie möglich gewesen wäre.

So z. B. dürfte die Rückwirkung des Gebedrahtes auf die Erde hier auch noch eine Rolle spielen, die die Ergebnisse nicht unwesentlich zu beeinflussen imstande wäre. Ferner wurde die sinusartige Verteilung der Spannung auf den Resonanzdrähten nicht berücksichtigt, was bei einer rechnungsmässigen Behandlung der Sache gerade als unstatthaft bezeichnet werden müsste. Immerhin dürften aber die angeführten Zahlen in der Grössenordnung doch zo ziemlich stimmen und einen weiteren Anspruch machen sie auch nicht.

Ob man nun nach dem Vorstehenden der Erde nicht eine wesentliche Mitwirkung bei der drahtlosen Telegraphie zuschreiben muss, überlasse ich dem Urteile des Lesers. Jedenfalls lassen sich verschiedene Dinge so zwanglos erklären, die bisher nicht ohne weiteres erklärlich waren, so z. B. die Ueberwindung der Erdkrümmung.

Aber auch die Tatsache, dass man mit wagerechten Drähten lange nicht so weit kommt als mit senkrechten, dürfte hiernach begreiflich werden. Die wagerechten Drähte lokalisieren, da sie der Erde sehr nahe sind, die Wirkung; die Potentialschwankungen werden in der Nähe des Gebers sehr stark sein, sich aber auf nennenswerte Entfernungen nicht erstrecken; der senkrechte Draht, der an sich schon keine merkliche Rückwirkung auf die Erde ausübt, wird auch wegen seiner immer zunehmenden Entfernung von der Erde eine solche Wirkung immer weniger ausüben können, weshalb sich die Potentialschwankungen über die ganze Erde ausbreiten müssen.

Wenn ich nun auch nicht behaupten will, dass überhaupt keine Ausbreitung der Wellen durch den Raum stattfindet, so glaube ich doch als wahrscheinlich annehmen zu dürfen, dass von einer gewissen Entfernung ab, infolge der Krümmung der Erde nur die Erscheinungen der Erdresonanz in Frage kommen, und dass von einer Ozeantelegraphie ohne Vermittlung der Erde nicht die Rede sein kann.

Die Erdung ist unter diesen Umständen unter einem neuen Gesichtspunkte zu betrachten. Dieselbe ist selbst bei sehr grossen Wellenlängen durch einen Leiter von sehr geringer Selbstinduktion zu bewerkstelligen; je grösser diese Selbstinduktion ist, um so unvollkommener ist die Resonanz des Systems. Deshalb ist es auch erklärlich, warum man mit einem verhältnismässig kleinen Gegengewicht oft weiter kommt, als mit Erdung; das passt zu dem kurzen Resonanzdraht immer noch besser, als das grosse der Erde, wie folgendes Beispiel lehrt. Man betrachte einen Schwingungskreis von 200 m Wellenlänge:

Der unverkürzte Resonanzdraht ist 50 m lang, seine Kapazität bei 1 mm Dicke ist 217 cm, seine Selbstinduktion ist 112100 cm, der verkürzte Resonanzdraht sei 3 m lang, seine Kapazität ist bei 1 mm Dicke 17,3 cm, seine Selbstinduktion 5040 cm, hieran befinde sich ein Gegengewicht von 150 cm Kapazität.

Für vollständige Resonanz müsste das Gegengewicht etwa 4800 cm sein. Wie man sieht; steht dasselbe dem verwendeten Gegengewicht von 150 cm viel näher, als dem bei Erdung verwendeten von 630000000 cm. Wenn trotzdem bei Erdung die Wirkung nicht aufhört, so ersieht man hieraus, wie flach die Maxima hierbei verlaufen. Vollständig aufhören wird die Wirkung erst, wenn entweder der zweite Resonanzdraht überhaupt fehlt, oder wenn sein Ende bei einer Länge von $\frac{\lambda}{4}$ an Erde gelegt wird.

Wollte man bestimmen, ob und wieviel die Erde zu der Wirkung auf eine bestimmte Entfernung beiträgt, so könnte man dies in der Weise machen, dass man beide Resonanzdrähte senkrecht in die Höhe führt, indessen müssen dieselben, damit sich ihre Wirkungen auf einen entfernten Punkt nicht gegenseitig aufheben, einen bestimmten Abstand von einander haben. Es sei dieser Abstand e, und sei φ der Winkel, welchen die Verbindungslinie von dem Punkte A mit der Mitte von e (M) mit e bildet, dann ist, wenn a die Amplitude der Schwingung des Resonanzdrahtes ist, die Amplitude A der Schwingung in A.

$$A = C\,a \sqrt{2 - 2\cos 2\pi \left\{ \frac{e}{\lambda\sqrt{2}} \sqrt{1 + \cos 2\varphi} \right\}}$$

Für einen einfachen Draht wäre die Amplitude nur proportional mit a, also

$$A' = C\,a$$

Wird in obigem Ausdruck $e = \frac{\lambda}{4}$ und $\varphi = 0$ gesetzt, d. h. sind die beiden Drähte mit entgegengesetzter Phase um eine Viertelwellenlänge von einander entfernt, so ist für einen entfernten Punkt, der in ihrer Ebene liegt, die Amplitude proportional mit $a\sqrt{2}$, also

$$A = C\,a\sqrt{2}$$

und daher

$$\frac{A}{A'} = \sqrt{2}$$

d. h. die Wirkung von zwei Drähten, die um eine Viertelwellenlänge von einander entfernt sind, auf einen Punkt in ihrer Ebene müsste $\sqrt{2}$ mal grösser sein, als die Wirkung nur eines Drahtes.

Ist

$$e = \frac{\lambda}{16}$$

so wäre die Wirkung zweier Drähte nur 0,28 mal so gross, als die eines einzigen Drahtes.

Ein solches Experiment würde also Aufschluss über die Grösse der Mitwirkung der Erde zu geben imstande sein.

Was nun die Empfangseinrichtung betrifft, so wird man hier dieselben Regeln beachten müssen, wie beim Gebersystem, da ersteres in die kräftigsten Schwingungen versetzt werden wird, wenn es die gleiche Schwingungsdauer besitzt wie der Geber, der die Störung verursacht. Sind indessen die Potentialschwankungen der Erde wirklich so gross zu machen, wie es nach obigen Ausführungen den Anschein haben dürfte, so müsste es möglich sein, auch ganz ohne Empfangsdraht Zeichen auf beliebige Entfernung zu erhalten, wenn nur der Geber so eingerichtet wird, dass mit seiner Hilfe die Erde wirklich in Resonanz versetzt werden kann, und es dürfte Mittel geben, dies auch ohne eine zur Verfügung stehende Höhe von 2500 m zu bewerkstelligen.

Bei näherer Betrachtung der Schlussfolgerungen, welche aus dieser Theorie gezogen werden können, erscheint diese Hypothese doch manchen vielleicht etwas kühn und ich selbst kann mich am Schlusse meiner Betrachtungen dieses Gedankens nicht ganz erwehren. Der einzige, induktive Schluss, der indessen bei diesen Betrachtungen gezogen wurde, ist der, dass die Erscheinungen, welche bei einem System kleiner Wellenlänge beobachtet werden, auf ein solches von grosser Wellenlänge übertragen wurden, und angenommen worden ist, dass die Erscheinungen, welche sich wegen der schliesslich gewaltig steigenden Dimensionen nur bis zu einem bestimmten Punkte experimentell verfolgen lassen, bei immer weiter steigenden Dimensionen, demselben Gesetze folgen, welches die Theorie vorschreibt und das Experiment bis zu der mit praktischen Mitteln erreichbaren Grenze zu bestätigen scheint. Ob das Gesetz bei immer weiter steigenden Dimensionen eine Abweichung erfährt, könnten nur Versuche in sehr grossem Masstabe lehren; da indessen Aenderungem der Resonanzlänge bis zu 60 v. H. bei Wellenlängen von 40 m noch keine nennenswerte Abweichung von dem Resonanzgesetz ergeben, welche nicht durch Beobachtungsfehler und durch die

unvermeidliche Nähe der Erde erklärlich wären, so hielt ich mich für berechtigt, die äussersten Konsequenzen aus diesem Gesetz zu ziehen, die allerdings geeignet sein dürften, auf die Vorgänge bei der drahtlosen Telegraphie ein ganz neues Licht zu werfen.

Es könnte auch vielleicht noch der Einwand gemacht werden, dass es nicht statthaft sei, nur die eine Seite der Schwingungsbahn für sich zu betrachten, dass man vielmehr die ganze Bahn von der Länge $\frac{\lambda}{2}$ betrachten müsse.

In diesem Falle wäre in der Gleichung:

$$L\,C = L'\,(C' + R)$$

L und C Selbstinduktion und Kapazität der ganzen Schwingungsbahn, L' und C' dieselben Grössen für die verkürzte ganze Bahn, so dass im Grenzfalle $L' = \frac{L}{2}$, $C' = \frac{C}{2}$ werden würde und

$$R = \frac{3}{2}\,C$$

d. h. man würde vollständige Resonanz bereits erzielen, wenn bei Fortnahme der halben Schwingungsbahn die Kapazität des Gegengewichts 50 v. H. grösser wäre, als die des Luftdrahtes. Dies ist indessen aus dem Grunde nicht anzunehmen, weil man Gegengewichte von dieser Grösse schon bei einer Verkürzung der ganzen Schwingungsbahn um 35 v. H. anwenden muss, während sie erst bei einer Verkürzung um 50 v. H. in Frage kommen würden; auch dürfte, wenn $R = \frac{3}{2}C$ der Grenzfall wäre, eine Erdung des Systems in jedem Falle die Resonanz vermindern, was den Tatsachen widerspricht.

Bei Berücksichtigung der Spannungsverteilung auf den Draht in Form einer gedämpften Sinuskurve würden beide Betrachtungsweisen möglicherweise zu demselben Ergebnis führen, welches wohl für die Erdresonanz eine noch kleinere Wellenlänge ergeben würde. Jedenfalls wäre eine eingehende Beobachtung dieser Erscheinungen und eine rechnerische Verfolgung derselben eine recht dankbare Aufgabe, welche wichtige Aufschlüsse über das Wesen der drahtlosen Telegraphie zu geben geeignet wäre.

Ob die Annahme einer Erdresonanz, auf welche Beobachtungen im kleinen hinzudeuten scheinen, richtig ist, und ob also die Schlüsse, welche daraus gezogen wurden, berechtigt sind oder nicht, muss die Zukunft lehren.

Ueber die Ausströmung der gesättigten Wasserdämpfe.

Von **W. Schüle**, Breslau.

(Schluss von S. 372 d. Bd.)

Die Formel für den Teil der Ausflusszeit, währenddessen der Mündungsdruck grösser als der äussere Druck ist.

Man erhält diesen Teil der Zeit auf gleichem Wege, wie die Formeln 14.), nur ist ψ konstant für verschiedenes $\frac{p_i}{p_a}$ und daher die Rechnung einfacher. Nach *Weyrauch*[22]) ist

$$t_1 = \frac{2}{r-1}\,\frac{V}{a\,F\,.\,\psi\,\sqrt{p_0\,v_0}}\cdot\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{r-1}{2r}} - 1\right] \quad . \quad 16.)$$

und mit

$$\psi = \left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{1}{m-1}}\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}\,\frac{m-1}{m+1}}$$

$$t_1 = \frac{2}{r-1}\left(\frac{m+1}{2}\right)^{\frac{1}{m-1}}\cdot\frac{V}{a F}\,\frac{1}{\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}\,\frac{m-1}{m+1}\,p_0\,v_0}}$$

$$\cdot\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{r-1}{2r}} - 1\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17.)$$

Es ist darin

$$\frac{k}{k-1}\cdot\frac{m-1}{m+1} = \frac{k}{1+k+2\,\zeta\,k} = \frac{1}{2\,(1+\zeta)}\cdot\frac{1}{1-\frac{k-1}{2k(1+\zeta)}}$$

Der Wert $\frac{k-1}{2\,k\,(1+\zeta)}$ im Nenner des zweiten Faktors ist *höchstens* (mit $k = 1{,}135$, $\zeta = 0$) gleich $\frac{1}{1-0{,}059}$ und die Quadratwurzel $\frac{1}{1-0{,}03}$. Wenn man also

$$\frac{k}{k-1}\cdot\frac{m-1}{m+1} = \infty\,\frac{1}{2\,.\,(1+\zeta)}$$

setzt, so begeht man äussersten Falles einen Fehler von rund 3 v. H., meist jedoch, für feuchte Dämpfe, einen viel kleineren. Dann ist

$$t_1 = \frac{2}{r-1}\left(\frac{m+1}{2}\right)^{\frac{1}{m-1}}\cdot\frac{V}{a\,F}\cdot\frac{1}{\sqrt{g\,.\,\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}}$$

$$\cdot\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{r-1}{2r}} - 1\right] \quad . \quad . \quad . \quad 17\text{a.})$$

Der Wert

$$\left(\frac{m+1}{2}\right)^{\frac{1}{m-1}} = E_0^{\frac{1}{m}}$$

ist nun für Dämpfe von 5—30 v. H. Feuchtigkeit fast genau konstant, auch für die verschieden grossen Widerstände zwischen $\zeta = 0{,}05$ und $\zeta = 2$ nur wenig verschieden, sodass man für alle Fälle $E_0^{\frac{1}{m}} = 1{,}63$ setzen kann. Damit wird

$$t_1 = \infty\,\frac{1{,}04}{r-1}\cdot\frac{V}{a\,F}\cdot\frac{1}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}}\cdot\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{r-1}{2r}} - 1\right] \quad 17\text{b.}$$

Spezieller Fall $r = 1$.[23])

Für $r = 1$ nimmt Gleichung 17 den unbestimmten Wert $\frac{0}{0}$ an. Es ist nämlich für $r = 1$

$$\frac{1}{r-1}\cdot\left[\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{r-1}{2r}} - 1\right] = \frac{0}{0}$$

$$= \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{r-1}{2r}}\cdot\frac{1}{2\,r^2}\,.\,ln\,\frac{p_0}{p_1} \quad \text{für } r = 1\text{, also}$$

$$= \frac{1}{2}\,.\,ln\,\frac{p_0}{p_1}$$

Damit wird

$$t_1 = \left(\frac{m+1}{2}\right)^{\frac{1}{m-1}}\cdot\frac{V}{a\,F}$$

$$\cdot\frac{1}{\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}\,\frac{m-1}{m+1}\,p_0\,v_0}}\,.\,ln\,\frac{p_0}{p_1} \quad . \quad 18.)$$

---

[22]) Zeitschrift d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1164.

[23]) Dieser Fall ist von *Weyrauch* a. a. O. nicht behandelt. — Für *Gase* würde $r = 1$ isothermischer Expansion des Rückstandes entsprechen, ein Fall, der allerdings praktisch kaum vorkommen dürfte. Bei *Dämpfen* ist die Sachlage aber wesentlich anders und die Expansionslinie $p\,.\,v = C$ sehr weit von der Isotherme entfernt.

oder mit denselben Kürzungen wie oben

$$t_1 = 0{,}52 \frac{V}{a\,F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}} \,.\, ln \frac{p_0}{p_1} \qquad . \;. \;. \quad 18a.)$$

Die Formeln für die ganze Entleerungszeit bei beliebig hohem Druckverhältnis.

1. Fall. Die Expansion des Gefässinhalts erfolgt nach dem Gesetz $p\,v^r =$ konstant.

Die ganze Entleerungszeit ist die Summe der Zeiten aus Gleichung 17.) mit $\frac{p_0}{p_1} = \frac{p_0}{E\,p_a}$ und aus Gleichung 14.) Der Wert von $p_1\,v_1$ ist in der letzteren Gleichung aus

$$p_0 \,.\, v_0^{\,r} = p_1\,v_1^{\,r}$$

zu entnehmen, also

$$p_1\,v_1 = p_1^{\,1-\frac{1}{r}} \,.\, p_0^{\,\frac{1}{r}} \,.\, v_0$$

zu setzen. Damit wird der in Gleichung 14.) vorkommende Ausdruck

$$\left(\frac{p_a}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{r}} .\; p_1\,v_1 = p_0\,v_0 \,.\, \left(\frac{p_a}{p_0}\right)^{1-\frac{1}{r}}$$

Es ist also (mit den abgekürzten Formeln 14a.) u. 17b.)

$$t = \infty\, \frac{V}{a\,F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}} \cdot \left[\frac{1{,}04}{r-1} \cdot \left\{\left(\frac{p_0}{E_0\,p_a}\right)^{\frac{r-1}{2r}} - 1\right\} + \frac{1}{6{,}3\,.\,r} \cdot \left(\frac{p_0}{p_a}\right)^{\frac{r-1}{2r}} \cdot \left(\left(1 - E_0\,\frac{r-1}{4\,r}\right) \sqrt{E_0^2-1} + \frac{5\,r-1}{4\,r} \,.\, ln\,(E_0 + \sqrt{E_0^2-1})\right)\right]$$

Für E_0 kann man hierin unbedenklich den Mittelwert 1,70 setzen. Für verschiedene Feuchtigkeitsgrade ist E_0 ohnehin wenig verschieden (vergl. unten) und bei der gesamten Zeit ist es gleichgiltig, ob man den Giltigkeitsbereich der beiden Formeln genau nach dem jeweiligen Wert von E_0 abgrenzt oder nicht; denn in der Nähe des Ueberganges ist ψ nur wenig veränderlich.

Verlangt man nicht äusserste Genauigkeit, so lässt sich die Formel noch bedeutend vereinfachen. Es hat nämlich

$$\left(1 - E_0 \,.\, \frac{r-1}{4\,r}\right) \sqrt{E_0^2-1} + \frac{5\,r-1}{4\,r} \,.\, ln\,(E_0 + \sqrt{E_0^2-1})$$

für den grössten Wert von $r = k = 1{,}135$ und mit $E_0 = 1{,}7$ den Wert 2,46, für $r = 1{,}05$ dagegen den Wert 2,48. Im Mittel kann man also für alle Fälle diesen Ausdruck gleich 2,47 setzen und erhält dann

$$t = \infty\, \frac{V}{a\,F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}} \cdot \left[\frac{1{,}042}{r-1} \cdot \left(\left(\frac{p_0}{E_0\,p_a}\right)^{\frac{r-1}{2r}} - 1\right) + \frac{0{,}392}{r} \cdot \left(\frac{p_0}{p_a}\right)^{\frac{r-1}{2r}}\right]$$

$$= \frac{V}{a\,F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}} \cdot \left[\left(\frac{p_0}{E_0\,p_a}\right)^{\frac{r-1}{2r}} \cdot \left(\frac{1{,}042}{r-1} + \frac{0{,}392}{r} \,.\, E_0^{\frac{r-1}{2r}}\right) - \frac{1{,}042}{r-1}\right] \qquad . \;. \;. \;. \;. \quad 19a.$$

Hierin wird äussersten Falles mit $r = k$ der Wert

$$\frac{1}{r}\,E_0^{\frac{r-1}{2r}} = \frac{1}{r} \,.\, 1{,}7^{\frac{r-1}{2r}} = 0{,}91$$

und

$$\frac{0{,}392}{r} \,.\, E_0^{\frac{r-1}{2r}} = 0{,}356$$

während mit $r = 1$ derselbe Wert 0,392 wird. Das Glied $\frac{1{,}04}{r-1}$ ist aber im ersten Fall 8,32, im zweiten Fall ∞. Man kann daher unbedenklich

$$\frac{0{,}392}{r}\,E_0^{\frac{r-1}{2r}} = \infty\, 0{,}37$$

setzen und erhält dann

$$t = \frac{V}{0{,}96\,.\,a\,F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}} \cdot \left[\left(\frac{p_0}{E\,p_a}\right)^{\frac{r-1}{2r}} \cdot \left(\frac{1}{r-1} + 0{,}355\right) - \frac{1}{r-1}\right] \qquad 19b.$$

2. Fall. Die Expansion des Gefässinhaltes erfolgt nach dem Gesetz $p\,.\,v =$ Konst. $= p_0\,v_0 = p_1\,v_1$. Hierfür wird die ganze Ausflusszeit

$$t = \frac{V}{a\,F} \cdot \frac{E_0^{\frac{1}{m}}}{\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}\,\frac{m-1}{m+1}\,p_0\,v_0}}\; ln\,\frac{p_0}{p_1} + \frac{V}{a\,F}\,\frac{\sqrt{E^2-1} + ln\,(E + \sqrt{E^2-1})}{\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}\,\frac{m^2-1}{m}\,p_1\,v_1}}$$

oder

$$t = \frac{V}{a\,F}\,\frac{1}{\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}\,\frac{m-1}{m+1} \cdot p_0\,v_0}} \left[E_0^{\frac{1}{m}} \,.\, ln\,\frac{p_0}{E_0\,p_a} + \frac{\sqrt{m}}{m+1} \cdot \left(\sqrt{E_0^2-1} + ln\,(E_0 + \sqrt{E_0^2-1})\right)\right] \qquad . \;. \;. \quad 20.)$$

Der Wert $\frac{\sqrt{m}}{m+1}$ ist für $m = 1{,}135$ gleich $\frac{1{,}065}{2{,}135} = 0{,}498$, und für $m = 1{,}050$ gleich $\frac{1{,}025}{2{,}05} = 0{,}500$. Man kann daher $\sqrt{\frac{m}{m+1}} = 0{,}50$ für alle Fälle setzen. Ferner wird für $E_0 = 1{,}7$ der Ausdruck $\sqrt{E_0^2-1} + ln\,(E_0 + \sqrt{E_0^2-1}) = 2{,}496 = \infty\, 2{,}5$. Auch der Wert

$$E^{\frac{1}{m}} = \left(\frac{m+1}{2}\right)^{\frac{1}{m-1}}$$

unterscheidet sich für Werte von m zwischen 1,13 und 1,05 nur äusserst wenig von dem Mittelwert 1,63. Man erhält also nun

$$t = \frac{V}{a\,F} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\,g\,\frac{k}{k-1}\,\frac{m-1}{m+1}\,p_0\,v_0}} \cdot \left[1{,}63\; ln\left(\frac{p_0}{1{,}7\,p_a}\right) + 1{,}25\right]$$

Wenn man wie früher

$$\frac{k}{k-1} \cdot \frac{m-1}{m+1} = \frac{1}{2\,.\,(1+\zeta)}$$

setzt, wird

$$t = \frac{V}{3{,}13\;a\,F} \cdot \frac{1{,}25}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}} \cdot \left[1 + 1{,}304 \,.\, ln\left(\frac{p_0}{1{,}7\,p_a}\right)\right]$$

oder

$$t = \frac{V}{2{,}5\;a\,F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}} \cdot \left(1 + 3 \,.\, log\left(\frac{p_0}{1{,}7\,p_a}\right)\right) \qquad 20a.)$$ [24]

[24] Für $r = 1$ muss Gleichung 19b.) in Gleichung 20a.) übergehen. Nach Ausrechnung des unbestimmten Wertes der Gleichung 19b.) ergibt sich dies auch mit grosser Annäherung, wenn statt des obigen Mittelwertes 0,37 der für $r = 1$ genaue Wert 0,392 gesetzt wird.

Zusammenfassung und Anwendung der entwickelten Formeln.

Hat man die Entleerungszeit eines mit feuchtem Dampf gefüllten Gefässes zu berechnen, so ist zuerst zu entscheiden, ob der Anfangsdruck im Inneren grösser oder kleiner als das 1,7 fache des äusseren Druckes ist.

1. Fall, $p_i < 1{,}7\ p_a$.

Beträgt z. B. bei Ausströmung in die freie Atmosphäre der innere Druck weniger als 1,8 Atm., oder bei Ausströmung in ein Vacuum von 0,1 Atm. der innere Druck weniger als 0,18 Atm., so sind die Formeln 14a.) und 15) anzuwenden. Dabei ist dann zu überlegen, ob die Expansion des Gefässrückstandes mit oder ohne Wärmezufuhr stattfindet. a.) Häufig wird kräftige Wärmezufuhr vorhanden sein, dann ist die vollständige Entleerungszeit

$$t = \frac{V}{630\ a\ F} \frac{1}{\sqrt{\frac{p_1 v_1}{1+\zeta}}} \cdot \left[\sqrt{E^2-1} + ln\,(E + \sqrt{E^2-1})\right]$$

worin $E = \frac{p_i}{p_a}$ und p_i der Anfangsdruck in $^{kg}/_{qcm}$ V ist in cbm, F in qm einzusetzen. Führt man noch $e = \sqrt{E^2-1} + ln\,(E + \sqrt{E^2-1})$ sein, so ist

Fig. 3.

$$t = \frac{V}{630\ a\ F} \cdot \frac{e}{\sqrt{\frac{p_1 v_1}{1+\zeta}}} \quad . \quad . \quad 15\text{a.})$$

worin e aus nachstehender Tabelle entnommen werden kann

$\frac{p_i}{p_a} = E =$	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
$e =$	2,500	2,302	2,081	1,848	1,588	1,286	0,902

Das spezifische Volumen ist $v_1 = x \cdot s_1$ zu setzen, worin s_1, das Volumen von 1 kg *trockenen Dampfes*, aus den Dampftabellen zu entnehmen ist. x ist die spezifische Dampfmenge, das Gewicht des reinen Dampfes in 1 kg nassem Dampf (x liegt praktisch meist in den Grenzen 0,7 und 1).

In Fig. 3 sind die Entleerungszeiten t nach Formel 15a.) aufgezeichnet, mit $\frac{p_i}{p_a}$ als Abszissen. (Strecke AO der Kurve.)

b) Nähert sich die Expansion des Gefässrückstandes mehr dem adiabatischen Vorgang, so ist $r > 1$ aber $< k$ zu wählen, worin $k = 1{,}035 + 0{,}1\,x$. Die Rechnung ist dann nach der Formel 14a.)

$$t = \frac{V}{630\ a\ F} \frac{1}{\sqrt{\frac{p_1 v_1}{1+\zeta}\left(\frac{p_a}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{r}}}}$$

$$\cdot \left[\left(1 - E \cdot \frac{r-1}{4\,r}\right)\sqrt{E^2-1} + \frac{5\,r-1}{4\,r}\,ln\,(E + \sqrt{E^2-1})\right]$$

durchzuführen und erfordert mehr Zeitaufwand. (Ueber den Unterschied[25]) der Ergebnisse vergl. Beispiele weiter unten.)

2. Fall. Es ist $p_i > 1{,}7\ p_a$.

Ist beim Ausströmen in die freie Atmosphäre der innere Anfangsdruck $> 1{,}7$ Atm., oder beim Ausströmen in ein Vacuum von 0,1 Atm. grösser als 0,17 Atm., so ist Formel 20a.) zu verwenden

a.) für $r = 1$

$$t = \frac{V}{250\ a\ F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0 v_0}{1+\zeta}}} \cdot \left(1 + 3 \cdot log\,\frac{p_0}{1{,}7\ p_a}\right)$$

worin p_0 der innere Anfangsdruck in $^{kg}/_{qcm}$ und p_a der äussere Druck ist.

b.) für $r > 1$ ist

$$t = \frac{V}{96\ a\ F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0 v_0}{1+\zeta}}}$$

$$\cdot \left[\left(\frac{p_0}{1{,}7\ p_a}\right)^{\frac{r-1}{2\,r}} \cdot \left(\frac{1}{r-1} + 0{,}355\right) - \frac{1}{r-1}\right] \quad 19\text{b.})$$

In Fig. 3 sind wieder die Zeiten t als Ordinaten zu den Verhältnissen $\frac{p_i}{p_a} > 1{,}7$ als Abszissen, Strecke AB der Kurve, aufgetragen. Die Kurvenstücke AB und AO schliessen sich, wie man erkennt, tangential aneinander.

Es ist noch wichtig, unmittelbar zu erkennen, wie sich bei der allmählichen Drucksenkung die Zeiten für Zurücklegung *gleich grosser Spannungsunterschiede* verhalten. Fig. 4 zeigt in ihren Ordinaten diese Zeiten für die Druckabnahme um je $^1/_2$ Atm. AB ist z. B. die Zeit, welche vergeht, bis der Druck von 3 auf 2,5 Atm. sinkt, $A_1 B_1$ die Zeit für den Ausgleich der *letzten* halben Atmosphäre 1,5 bis 1 Atm. Die letztere Zeit ist rund 3,5 mal so gross als die erstere. Dasselbe zeigt Fig. 5 für Spannungsintervalle von je $^1/_{10}$ Atm. Zur Drucksenkung von 1,1 bis 1 Atm. ist 4,5 mal so viel Zeit nötig, als zur Drucksenkung von 1,7 auf 1.6 Atm. (bei Ausströmung in die Atmosphäre).

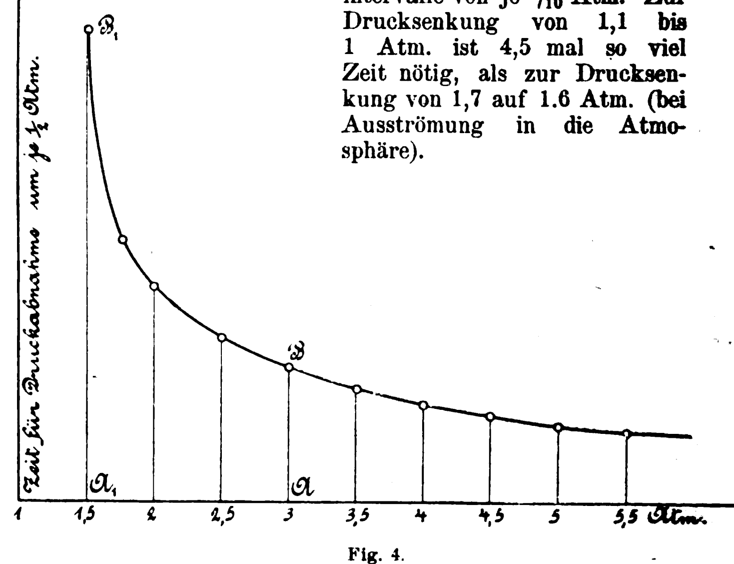


Fig. 4.

[25]) Der Unterschied ist in der Tat so klein, dass man praktisch immer nach der einfacheren Formel 15a rechnen wird. Der Klammerausdruck ist in Gleichung 14a nur wenig kleiner als in Gleichung 15, dafür ist der erstere noch mit $\left(\frac{p_1}{p_a}\right)^{\frac{r-1}{2\,r}}$ multipliziert, einer Zahl, die wenig grösser als 1 ist.

Für die richtige Beurteilung der Dampfausströmung aus Dampfmaschinenzylindern ist dies von grosser Bedeutung.

Die folgende Tabelle über die Werte E_0 (Grenzverhältnis für die Grösse des Mündungsdrucks) für verschiedene Feuchtigkeitsgrade und Widerstände lässt erkennen, dass E_0 nur wenig veränderlich ist.[26])

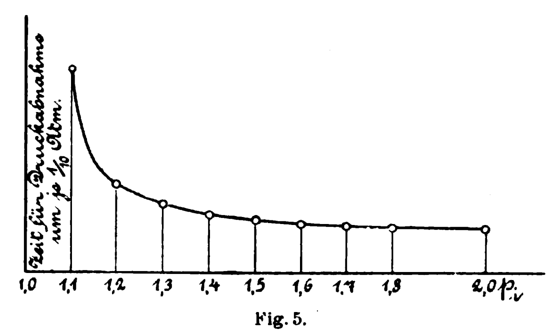


Fig. 5.

Werte von E_0.

Widerstandskoeffizient ζ		0,05	0,5	2
Feuchtigkeitsgehalt des Dampfes	5 v. H.	1,723	1,701	1,673
	15 „ „	1,721	1,700	1,655
	30 „ „	1,71	1,69	1,65

Rechnungsbeispiele für die Entleerungszeit von Dampfgefässen ohne Zufluss.

Die obigen Formeln gelten nur für den Fall, dass

1. Der Mündungsquerschnitt von Anfang der Ausströmung an vollständig geöffnet ist, oder
2. wenn die Eröffnungszeit klein ist gegenüber der Ausflusszeit, oder
3. für den *Teil* der ganzen Ausflusszeit von dem Augenblick an, wo bei allmählicher Eröffnung der Mündung diese vollständig geöffnet ist.

1. Beispiel.

Im Zylinder einer Auspuffdampfmaschine befinde sich in dem Augenblick, in welchem der Ausströmkanal gerade ganz offen ist und der Kolben in der Totlage stehe, noch Dampf von 1,7 kg/qcm abs. Spannung mit 30 v. H. Wassergehalt. Wieviel Sekunden vergehen, bis der Druck im Zylinder auf 1,0 kg/qcm gesunken ist, vorausgesetzt, dass der Kolben während dieser Zeit still steht oder sich nur wenig bewegt?

Zylinderdurchmesser $D = 500$ mm, Hub $H = 1000$ mm, schädlicher Raum 7 v. H., Querschnitt der Ausströmmündung 200 qcm, Kontraktionskoeffizient $\alpha = 0{,}8$, Widerstandskoeffizient $\zeta = 1{,}5$.

Lösung..

a) Die Expansion des Rückstandes erfolge nach dem Gesetz $p \,.\, v =$ Konst.

Das ganze Dampfvolumen ist $V = 1{,}07 \,.\, \frac{\pi \,.\, 0{,}5^2}{4} \,.\, 1 = 0{,}21$ cbm. Das spezifische Gewicht des trockenen Dampfes von 1,7 kg/qcm ist nach Dampftabelle $\gamma = 0{,}958$, daher das spezifische Volumen $\frac{1}{0{,}958}$ und dasjenige des *nassen* Dampfes mit $x = 1 - 0{,}3 = 0{,}7$ spezifischer Dampfmenge $v_1 = \frac{0{,}7}{0{,}958} = 0{,}731$. Nach Tabelle ist in der Formel

$$t = \frac{V}{630\;\alpha\,F} \cdot \frac{e}{\sqrt{\frac{p_1\,v_1}{1+\zeta}}}$$

der Wert $e = 2{,}50$, daher

$$t = \frac{0{,}21}{630 \,.\, 0{,}8 \,.\, 0{,}02} \cdot \frac{2{,}5}{\sqrt{\frac{1{,}7 \,.\, 0{,}731}{1+1{,}5}}} = \frac{1}{13{,}5} = 0{,}074\,\text{Sek.}$$

Würde die Maschine mit 90 Umdrehungen i. d. Minute laufen, so würde sich, bis der Druckausgleich vollzogen ist, die Kurbel um $\frac{90 \,.\, 360}{60} \,.\, 0{,}074 = \infty\; 40^0$ drehen. Das Volumen V bleibt also nicht konstant, sondern wird kleiner. Die Ausflusszeit wird dann grösser werden, als 0,074 Sek., weil beim Zurückgehen des Kolbens Kompression des Rückstandes erfolgt. Der Betrag dieses Einflusses kann nicht geschätzt werden, dürfte aber für den vorliegenden Fall nicht gross sein.

b) Die Expansion des Rückstandes erfolge adiabatisch.

$$k = 1{,}035 + 0{,}1 \,.\, 0{,}7 = 1{,}107.$$

Nach Gleichung 14a.) ergibt sich $t = \frac{1}{12{,}2} = 0{,}082$ Sek., also bei umlaufender Maschine ein Drehwinkel von

$$\frac{90 \,.\, 360}{60} \,.\, 0{,}082 = \infty\; 44^0.$$

Der Unterschied ist gegen a) unbedeutend. *Es ist daher vorzuziehen nach Gleichung 15a.) zu rechnen, für die sich die Zahlenrechnung wesentlich einfacher gestaltet.*

2. Beispiel.

Der Austritt des Dampfes in Beispiel 1 erfolge in einen Kondensator mit 0,1 kg/qcm Spannung. Welche Zeit verstreicht unter denselben Verhältnissen bis zum *vollständigen* Druckausgleich?

Lösung.

Da $\frac{p_i}{p_a} = \frac{1{,}7}{0{,}1} = 17$, also viel grösser als der Grenzwert 1,7, so ist Gleichung 20a.) zu verwenden.

$$t = \frac{V}{250\;\alpha\,F} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{p_0\,v_0}{1+\zeta}}} \cdot \left(1 + 3 \,.\, log\,\frac{p_0}{1{,}7\,p_a}\right)$$

Da $log\,\frac{p_0}{1{,}7\,p_a} = log\,\frac{1{,}7}{1{,}7 \,.\, 0{,}1} = log\;10 = 1$ ist, so wird

$$t = \frac{0{,}21}{250 \,.\, 0{,}8 \,.\, 0{,}02} \cdot \frac{1}{0{,}705} \cdot 4 = \mathit{0{,}298}\ \text{Sek.}$$

Bei umlaufender Maschine würde sich während des Druckausgleichs die Kurbel um

$$\frac{90 \,.\, 360}{60} \,.\, 0{,}298 = \infty\; 161^0$$

drehen!

Daraus lässt sich zunächst nur erkennen, dass es unmöglich ist, dass bei der laufenden Maschine die Spannung im Zylinder bis auf die volle Kondensatorspannung sinkt.

Infolge des allmählichen Schleissens der Kanäle und des Zurückgehens des Kolbens wird nämlich bei 161° die Kondensatorspannung noch lange nicht erreicht sein.

Bei adiabatischer Ausdehnung der Zylinderrückstände würde sich nach Gleichung 19b.) für t ein nur wenig von dem obigen verschiedener Wert ergeben.

3. Beispiel.

Der Dampf ströme aus dem gleichen Zylinder, aber aus einer Mündung von 12 mm Durchmesser ins Freie. Welche Zeit ist bis zum vollen Druckausgleich erforderlich?

Man erhält mit Benutzung der Ergebnisse unter Beispiel 1

$$t = \frac{1}{13{,}5} \cdot \frac{200}{\frac{\pi \,.\, 1{,}2^2}{4}} = \frac{177}{13{,}5} = \mathit{13{,}1}\ \text{Sek.}$$

Wäre ζ nicht 1,5, sondern, wie für einfache Mündungen häufig, $\zeta = 0{,}05$, so wäre

$$t = 13{,}1 \sqrt{\frac{1 + 0{,}05}{1 + 1{,}5}} = \mathit{8{,}5}\ \text{Sek.}$$

[26]) Bei Annahme der neuen *Zeuner*schen Hypothese ist dies freilich durchaus nicht mehr der Fall. Sollte diese richtiger sein, als die ältere, so müssen die Formeln bei Vorhandensein grösserer Widerstände einige Abänderungen erfahren. Die Ausflusszeiten würden *grösser* werden als nach obigen Formeln, sobald der innere Druck grösser als das 1,7fache des äusseren wäre. Namhafte Unterschiede würden jedoch erst bei beträchtlichen Widerständen hervortreten, und überhaupt nur dann, wenn der innere Druck grösser als das 1,7fache des äusseren wäre.

4. Beispiel.

(zugleich Vergleich mit der für kleine Spannungsverhältnisse $\left(\text{bis } \frac{p_i}{p_a} = 1{,}25\right)$ giltigen *Grashof*schen Formel).

Welche Zeit verstreicht, bis durch Ausströmen ins Freie aus der Mündung F die Spannung in einem Dampfraum von V-cbm, der Dampf von 1,25 $^{kg}/_{qcm}$ und 30 v. H. Feuchtigkeit enthält, bis auf 1 $^{kg}/_{qcm}$ gesunken ist? ($\zeta = 1{,}5$)

Für adiabatischen Vorgang folgt aus Gleichung 14a

$$t = \frac{1}{240} \cdot \frac{V}{a\,F}$$

Die *Grashof*sche Formel lautet mit den hier gebrauchten Benennungen

$$t = \frac{2\,V}{k\,a\,F} \; \frac{1}{\sqrt{\dfrac{2\,g\,.\,p_1\,v_1}{(1+\zeta)\,.\,(1-\dfrac{p_a}{p_i})}}}$$

$$\cdot \left[1 + \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{k} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{m}\right)\left(1 - \frac{p_a}{p_i}\right)\right]$$

und ergibt $t = \frac{1}{245} \; \frac{V}{a\,F}$ also hinreichende Uebereinstimmung. Für Ausdehnung nach dem Gesetz $p\,.\,v =$ Konst. würde nach Gleichung 15a.) $t = \frac{1}{219} \; \frac{V}{a\,F}$ sein.

Schlussbemerkungen.

Der Zweck der vorstehenden Ausführungen sollte hauptsächlich sein, die Gleichungen für die Ausströmung der nassen Wasserdämpfe in einfachere Gestalt zu bringen, um leichteren Einblick in die einzelnen Vorgänge zu verschaffen und praktische Rechnungen über verwickeltere Ausströmungsaufgaben zu ermöglichen. Bei Erwähnung der grundlegenden Tatsachen und Gleichungen war auf eine bis dahin nicht beachtete, eigentümliche Erscheinung beim Ausströmen unter Widerstand hinzuweisen, die nach der neuesten Hypothese *Zeuners* eintreten muss, wenn diese der Wirklichkeit entspricht. — An dem Beispiel der Ausströmung gesättigter Wasserdämpfe aus Gefässen ohne Zufluss (Zeit für den Druckausgleich) wurde der praktische Nutzen der vereinfachten Ausflussformel erwiesen. Die Lösung dieser Aufgabe, die bis jetzt ausstand, führt auf Ausdrücke für die Zeit, die nur ganz einfache Zahlenrechnungen verlangen und z. B. für die Beurteilung der Ausströmungsvorgänge bei Dampfmaschinen nicht ohne Nutzen sein dürften.

Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 378 d. Bd.)

Die Fig. 158—160 bringen den Wasserröhrenkessel *System Gehre* nach der Ausführung der *Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann* in Chemnitz zur Darstellung.

Besonderes Interesse bietet bei diesem Kessel die eigenartige Ausbildung der vorderen Wasserkammer.

Durch dampfdicht eingenietete horizontale **U** Eisen wird diese Kammer in ebenso viele Abteilungen zerlegt als wagerechte Rohrreihen vorhanden sind. Diese Einzelkammern stehen durch kleine Rohrstutzen, Fig. 161 und 162, derartig mit einander in Verbindung, dass der in den Röhren entwickelte Dampf sich zunächst in der zugehörigen Einzelkammer fängt und nach Herabdrückung des Wasserspiegels bis unter die Unterkante der Rohrstutzen durch diese in die nächst höhere Kammer und schliesslich durch weite Rohre von der obersten Einzelkammer in den Dampfraum des Oberkessels entweicht.

In der geneigt angeordneten Wasserkammer stellen sich natürlich die Wasserspiegel in den Einzelkammern wagerecht ein und bewirken dadurch, dass die schrägstehenden Rohrstutzen auch bei ganz geringer Dampfentwicklung am unteren Ende bereits einen kleinen freien Querschnitt zum Entweichen des Dampfes bieten.

Mit zunehmender Beanspruchung des Kessels vergrössert sich dieser Querschnitt und stellt sich bei gleichmässiger Dampfentnahme konstant ein.

Es ist also beim *Gehre*kessel die belastende Wassersäule, welche sich dem Dampfaustritt hemmend entgegenstellt, vollständig beseitigt und durch die sinnreiche Konstruktion der Wasserkammer ein durch sämtliche Einzelkammern bis in den Oberkessel kommunizierender Dampfraum geschaffen.

Die verdampfende Oberfläche wird durch diese Anordnung ganz bedeutend vergrössert und es ist zweifellos, dass der Kessel infolgedessen einen verhältnismässig trockenen Dampf erzeugt.

Das durch Verdampfung entfernte Wasser kann den Wasserröhren nicht nur durch die hintere, sondern auch durch die vordere Wasserkammer zugeführt werden. Die Einzelkammern haben zu diesem Zwecke seitliche Oeffnungen, welche, wie dies Fig. 162 erkennen lässt, das Wasser vom Oberkessel durch die beiden seitlichen Schächte den einzelnen Abteilungen der vorderen Kammer zuströmen lassen.

Der *Gehre*kessel wird in den Grössen von 20 bis 300 qm Heizfläche und in der Regel für 10—14 Atm. Betriebsdruck gebaut. Jeder Kessel wird mit einem Ueberhitzer ausgestattet, der aus einer wagerechten Rohrreihe besteht, die über den Wasserröhren angeordnet wird (Fig. 158). Die einzelnen Rohre sind vorn durch Kupferkrümmer mit dem Verteilungsrohr verbunden, so dass eine unabhängige Ausdehnung der Rohre eintreten kann. Hinten wird der Dampf durch ein Sammelrohr wieder vereinigt und in die Hauptleitung geschickt. Der Ueberhitzer gestattet mit Rücksicht auf die Einbaustelle nur eine mässige Ueberhitzung, etwa bis um 40°; für höhere Ueberhitzung muss eine andere Anordnung gewählt werden.

Der Ueberhitzer steht durch abstellbare Leitungen mit dem hinteren Teile des Wasserraumes im Oberkessel und mit der Ablassleitung in Verbindung (Fig. 160). Infolgedessen kann der Ueberhitzer beim Anheizen, und nach Bedarf auch während des Betriebes, mit Wasser gefüllt werden, wobei der Ueberhitzer dann die Wasserrohre in ihrer Leistung unterstützt.

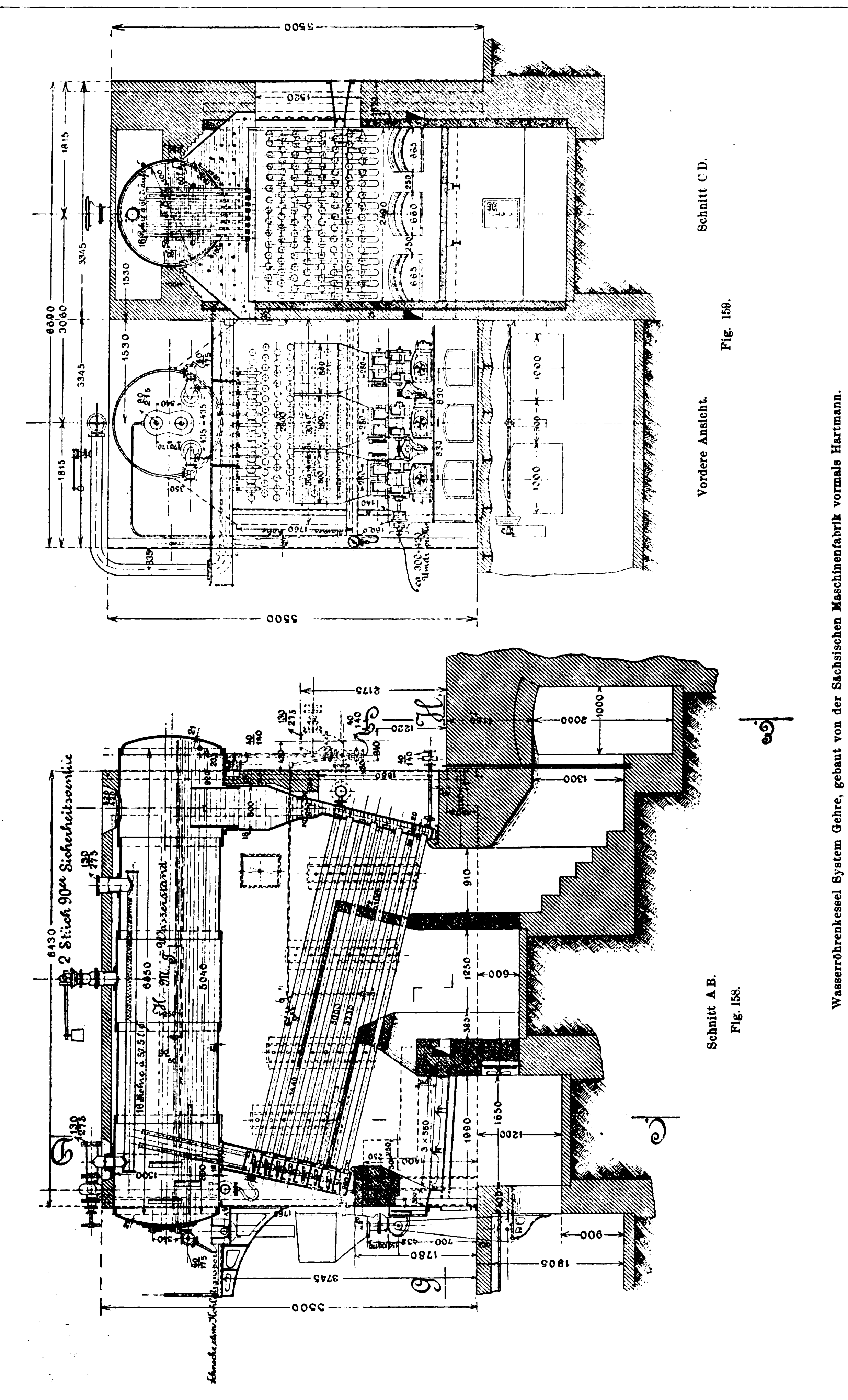
Der in den Eig. 158—160 dargestellte Kessel hat eine wasserberührte Rohrheizfläche von 183,2 qm, eine dampfberührte Rohrheizfläche (Ueberhitzerfläche) von 17,9 qm und eine sonstige Heizfläche an den Kammern und am Oberkessel von 15,9 qm. Die Rostfläche beträgt 4,11 qm. Der Kessel erzeugt normal 2800 kg und bei ausreichendem Schornsteinzuge bis zu 4000 kg Dampf i. d. Stunde.

Die Ausführung des Kessels ist eine in jeder Beziehung solide und vollkommene.

Der Oberkessel wird doppelreihig hydraulisch genietet, die Wasserkammern und Verbindungsstutzen werden geschweisst.

Die hintere Wasserkammer ist durch Stehbolzen, die vordere durch die zur Bildung der Einzelkammern eingenieteten **C** Eisen in wirksamer Weise versteift. Die Rohrverschlüsse sind Innenverschlüsse mit Gummi- bezw. kupfernen Dichtungsringen; die Dichtungen lassen sich wiederholt benutzen.

Der Feuerraum ist reichlich hoch gewählt; die Gase müssen über die Feuerbrücke hinweg nach hinten strömen, wo ihnen nach Bedarf nochmals Luft durch Kanäle zugeführt werden kann. Die Beschickung des Rostes erfolgt durch den bekannten selbsttätigen *Leachapparat*. Es ist daher alles berücksichtigt, um den Verbrennungsvorgang so günstig wie möglich zu gestalten. Da die Zuführung des Brennstoffes zum Trichter des *Leach*apparates ebenfalls



Vordere Ansicht. Fig. 159. Schnitt CD.

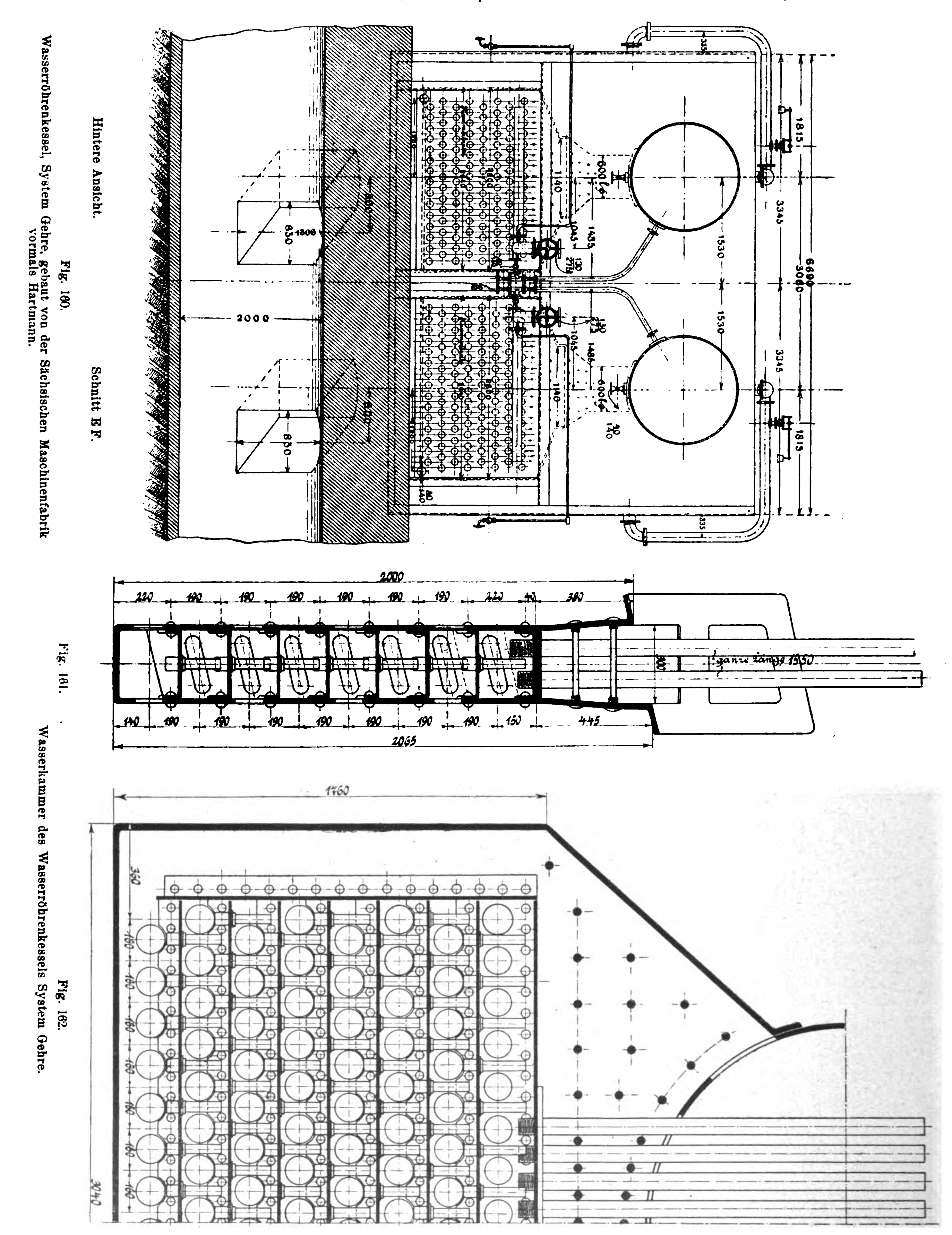
Schnitt AB. Fig. 158.

Wasserröhrenkessel System Gehre, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik vormals Hartmann.

selbsttätig durch eine Transportschnecke erfolgen kann, so ist auch die Tätigkeit des Heizers wesentlich erleichtert.

Die Fig. 163 und 164 geben die Kesselanlage des Städtischen Elektrizitätswerkes Baden-Baden wieder, die aus vier Kesseln *System Alban* von je 125 qm Kesselheizfläche und je 25 qm Ueberhitzerheizfläche besteht. Der Zweikammerkessel, System *Alban*, wird von der Firma *Walther u. Cie.* in Kalk bei Köln a. Rh. gebaut und hat nicht nur in Deutschland, sondern auch im Auslande weite Verbreitung gefunden.

Der *Alban*kessel, Fig. 163 und 164, arbeitet mit 10 Atm. Betriebsdruck und ist mit einer Schrägrostfeuerung versehen. Die Roststäbe haben in der oberen Hälfte seitliche Ansätze, welche sich gegenseitig zu Roststufen ergänzen. Das Gewölbe ist bis auf 400 mm der Rostfläche genähert. Die obere Rostfläche ist hiernach hauptsächlich zur Vergasung



Hintere Ansicht. Schnitt E F.

Fig. 160. Wasserröhrenkessel, System Gehre, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik vormals Hartmann.

Fig. 161. Fig. 162. Wasserkammer des Wasserröhrenkessels System Gehre.

des Brennstoffes bestimmt. Die vollständige Verbrennung vollzieht sich erst über der zweiten unteren Hälfte der Rostfläche.

Der Ueberhitzer hat die in D. p. J., 1899, **312**, 99 bis 101 näher beschriebene Konstruktion.[1]) Die einzelnen **U**förmig gebogenen Rohrelemente sind durch besondere Verbindungsstücke, die ausserhalb der Feuerung liegen, zu einer einzigen Rohrschlange verbunden, die vom Dampfe der ganzen Länge nach durchströmt werden muss. Die Verbindungsstücke entsprechen in ihrer Konstruktion den Rohrkapselverschlüssen, die von der Firma *Walther & Cie.* auch bei ihren *„Root“*-Kesseln verwendet werden.

Bei dem in den Fig. 163 und 164 dargestellten Kessel sind 12 Ueberhitzerrohre hintereinander geschaltet; da nun die Länge eines **U**-förmigen Rohres 6,5 m beträgt, so ist die gesamte Rohrlänge des Ueberhitzers 12 . 6,5 = 78 m; bei einem Aussendurchmesser der Rohre von 0,102 m, also einem Umfang von 0,32 m, ergibt sich dann die schon erwähnte Heizfläche des Ueberhitzers von 78 . 0,32 = 25 qm. Bei der auf 78 m ermittelten Rohrlänge des Ueberhitzers ist nur der in der Feuerung liegende Teil berücksichtigt. Rechnet man noch für die Länge der ausserhalb der Feuerzüge liegenden Verbindungskappen der Rohre etwa 4 m und für die Zuleitung vom Kessel zum Ueberhitzer und von diesem zur Dampfleitung eine Länge von etwa 6 m, so muss der Dampf, ehe er vom Kessel in die eigentliche Dampfleitung kommt, einen Weg von 88 m zurücklegen. Soll der Dampf auf diesem nicht unbeträchtlichen Wege einen merklichen Spannungsverlust nicht erleiden, so darf die Dampfgeschwindigkeit in der Ueberhitzerrohrleitung keinen erheblichen Wert erlangen: dass dieser Bedingung bei dem Kessel Fig. 163 und 164 trotz der Hintereinanderschaltung der Ueberhitzerrohre genügt ist, zeigt die folgende Rechnung.

Nimmt man eine Dampferzeugung von 16 kg pro Stunde und qm Heizfläche des Kessels an, so könnte ein Kessel von 125 qm Heizfläche in der Stunde 16 . 125 = 2000 kg Dampf liefern. Da das spezifische Gewicht des Dampfes von 10 Atm. Ueberdruck 5,53 kg beträgt, so würde die stündliche Gesamtdampfmenge ein Volumen von 2000 : 5,53 = 362 cbm aufweisen. Das durch den Ueberhitzer getriebene Dampfvolumen pro Sekunde würde also rund 0,1 cbm betragen. Da nun ferner der lichte Durchmesser der Rohre etwa 95 mm, ihr Querschnitt also 0,0071 qm beträgt, so wäre die Dampfgeschwindigkeit innerhalb des Ueberhitzers 0,1 : 0,0071 = 14,1 m, also genügend klein, um keinen erheblichen Spannungsabfall befürchten zu müssen.

Selbst wenn man mit einer Dampferzeugung von 20 kg pro Stunde und qm Heizfläche nehmen würde, bliebe die Dampfgeschwindigkeit immer noch klein genug.

Durch Absperrventile kann der Ueberhitzer aus dem Dampfstrome ausgeschaltet werden; der gesättigte Dampf strömt dann vom Kessel unmittelbar in die Dampfleitung. Eine Ausschaltung des Ueberhitzers aus dem Strome der Heizgase ist allerdings nicht ausführbar, doch haben die Heizgase, wenn sie an den Ueberhitzer gelangen, schon $^3/_4$ der Heizfläche der Wasserröhren bestrichen, sind also schon erheblich abgekühlt. Immerhin wird man den Ueberhitzer nur vorübergehend ohne Schaden während des Betriebes aus dem Dampfstrome ausschalten dürfen.

Die Röhrendampfkesselfabrik *E. Willmann*, Dortmund, baut Einkammerkessel nach eigenen Patenten, ferner Zweikammerkessel und Grosswasserraum-Röhrenkessel nach dem System *Mac-Nicol.*

Die Fig. 165—167 stellen einen Zweikammerkessel von 248 qm Heizfläche und 5,26 qm Rostfläche für einen Betriebsdruck von 12 Atm. dar. 148 Röhren von 95 mm äusseren Durchmesser und 5 m Länge sind in 8 Horizontalreihen angeordnet. Die beiden Wasserkammern sind 200 mm weit und haben 20 mm Wandstärke in den Stirnflächen; die Schmalseiten haben 25 mm Wandstärke. Die vordere Wasserkammer besitzt im Oberkessel einen kräftig nach hinten gebogenen Aufsatz zur Beförderung des Wasserumlaufs. Die hintere Wasserkammer ruht auf Rollen. Die Planrostfeuerung ist mit einer durch die Feuerbrücke erfolgenden sekundären Luftzuführung versehen. Die Kanäle liegen im Seitenmauerwerk und können an der vorderen Stirnmauer durch Schieber abgeschlossen werden.

Eine vollständige neue Anordnung und Konstruktion gegenüber den früheren Ausführungen weist der Ueberhitzer auf. Während bei den früheren Ausführungen der Ueberhitzer aus geraden Röhren von verhältnismässig grossem Durchmesser bestand und der Einbau unmittelbar über den Wasserröhren erfolgte (vergl. D. p. J. 1899, **312**, 81 u. 82), also eine Konstruktion und Anordnung des Ueberhitzers, ähnlich wie beim *Gehre*kessel (Fig. 158—160) vorlag, zeigt die jetzige Ausführung **U** förmig gebogene Rohrschlangen von kleinem Durchmesser. Es sind drei Dampfkammern vorhanden. Der Dampf strömt von jedem Oberkessel in die entsprechende äussere Dampfkammer, durcheilt die Rohrschlangen, sammelt sich dann in der mittleren Dampfkammer, um von hier in die Hauptleitung zu gelangen. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, den gesättigten Dampf direkt in das Rohrnetz zu

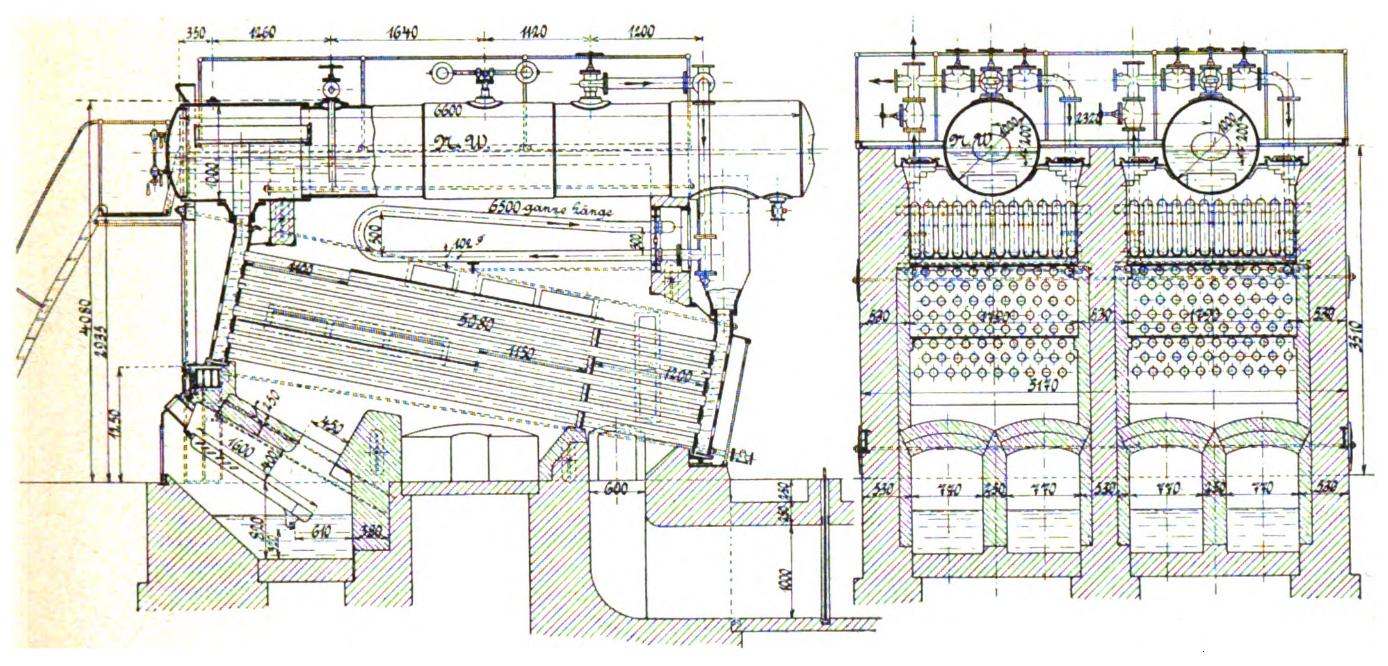


Fig. 163. Fig. 164.

Wasserröhrenkessel von Walther & Cie.

[1]) Siehe auch den Sonderabdruck: „Die Anwendung des überhitzten Dampfes.“ Verlag: Polytechn. Buchhandlung *R. Schulze*, Mittweida.

führen, ebenso wie der Ueberhitzer aus dem Gasstrome ausgeschaltet werden kann, und zwar durch Umlegen einer einzigen Absperrklappe. Die neue Konstruktion des Ueberhitzers gewährleistet eine höhere und gleichmässigere Ueberhitzung.

Die Führung der Heizgase ist aus der Zeichnung ersichtlich; der Fuchs kann durch eine drehbare Klappe geschlossen werden.

Die Fig. 168—172 bringen einen *Mac-Nicol*kessel nach den Ausführungen von *E. Willmann* zur Darstellung. Dieser Kessel hat eine Heizfläche von 250 qm, eine Rostfläche von 5,74 qm und ist für 10 Atm. Ueberdruck gebaut. Der *Mac-Nicol*kessel kann als die Vereinigung eines Zweikammerwasserröhrenkessels mit einem Walzenkessel angesehen werden; er wird daher auch deren Vorzüge und Nachteile in sich vereinigen.

Der Wasserröhrenkessel besteht aus 126 Röhren von 95 mm äusseren Durchmesser und 4,25 m Länge, in 7 Horizontalreihen angeordnet. Die vordere Wasserkammer ist wie beim gewöhnlichen Zweikammerkessel ausgebildet und besitzt auch den der Wasserbewegung dienenden Aufsatz.

Die hintere Wasserkammer steht mit den beiden Oberkesseln nur durch je einen Stutzen von 130 × 400 mm Weite in Verbindung; dagegen setzt sich die Wasserkammer nach hinten in Form zweier Walzenkessel von je 6,15 m Länge, 0,95 m Durchmesser und 11 mm Wandstärke fort. Der mit Flansch versehene Verbindungsschuss hat 16 mm Wandstärke.

Die Rohrwand der hinteren Wasserkammer ist dort, wo die Anbringung von Stehbolzen nicht möglich war, durch Ankerbügel mit je drei Ankern versteift.

Die Oberkessel haben eine Länge von 10,25 m, sind also mehr als doppelt so lang wie das Röhrenbündel. Ihr Durchmesser beträgt 1,4 m, bei 17 bezw. 15 mm Wandstärke. Die Oberkessel stehen an ihrem hinteren Ende mit den beiden Walzenunterkesseln durch je einen zylindrischen Stutzen von 0,5 m Weite und 15 mm Blechdicke in Verbindung.

Die Wasserbewegung wird durch die starke Erwärmung des Wassers im Röhrenbündel veranlasst. Das Wasser steigt in der vorderen Wasserkammer in die Höhe, fliesst in den Oberkesseln nach hinten und sinkt durch die weiten Verbindungsstutzen in die Unterkessel, um von hier nach vorn dem Röhrenbündel zuzuströmen.

Die Stutzen auf der hinteren Wasserkammer sollen nur den in den Walzenkesseln erzeugten Dampf aufnehmen und ihn direkt in den Dampfraum führen. Die Stutzen reichen daher im Oberkessel bis zum höchsten Wasserstand.

Um das Gewicht der Oberkessel ohne Beanspruchung der Unterkessel direkt auf das Fundament zu übertragen, sind an jedem Oberkessel oben drei Bleche mittels Winkeleisen angenietet; die Bleche sind andererseits wieder an je ein Paar querliegende **U** Eisen genietet. Die **U** Eisen ruhen an den Enden auf eingemauerte Stützen aus **I** Eisen.

Die Heizgase bestreichen zuerst das Röhrenbündel, dann den vorderen Teil der Oberkessel in einem Horizontalzuge und schliesslich den hinteren Teil der Oberkessel und die beiden Walzenunterkessel in auf und absteigenden Zügen. Die hintere Wand der hinteren Wasserkammer wird nicht von den Heizgasen bestrichen.

Die Oberkessel sind in der Längsnaht dreireihig, in der Rundnaht zweireihig, die Unterkessel in der Längsnaht zweireihig uud in der Rundnaht einreihig überlappt genietet.

Der Wasserröhrenkessel, System *Petry-Dereux*, ist in den Fig. 173—175 wiedergegeben. Der dargestellte Kessel umfasst eine Heizfläche von 174 qm; hiervon entfallen

Fig. 165.

Fig. 166.

Fig. 167.

Fig. 165—167. Röhrendampfkessel mit Ueberhitzer von Willmann.



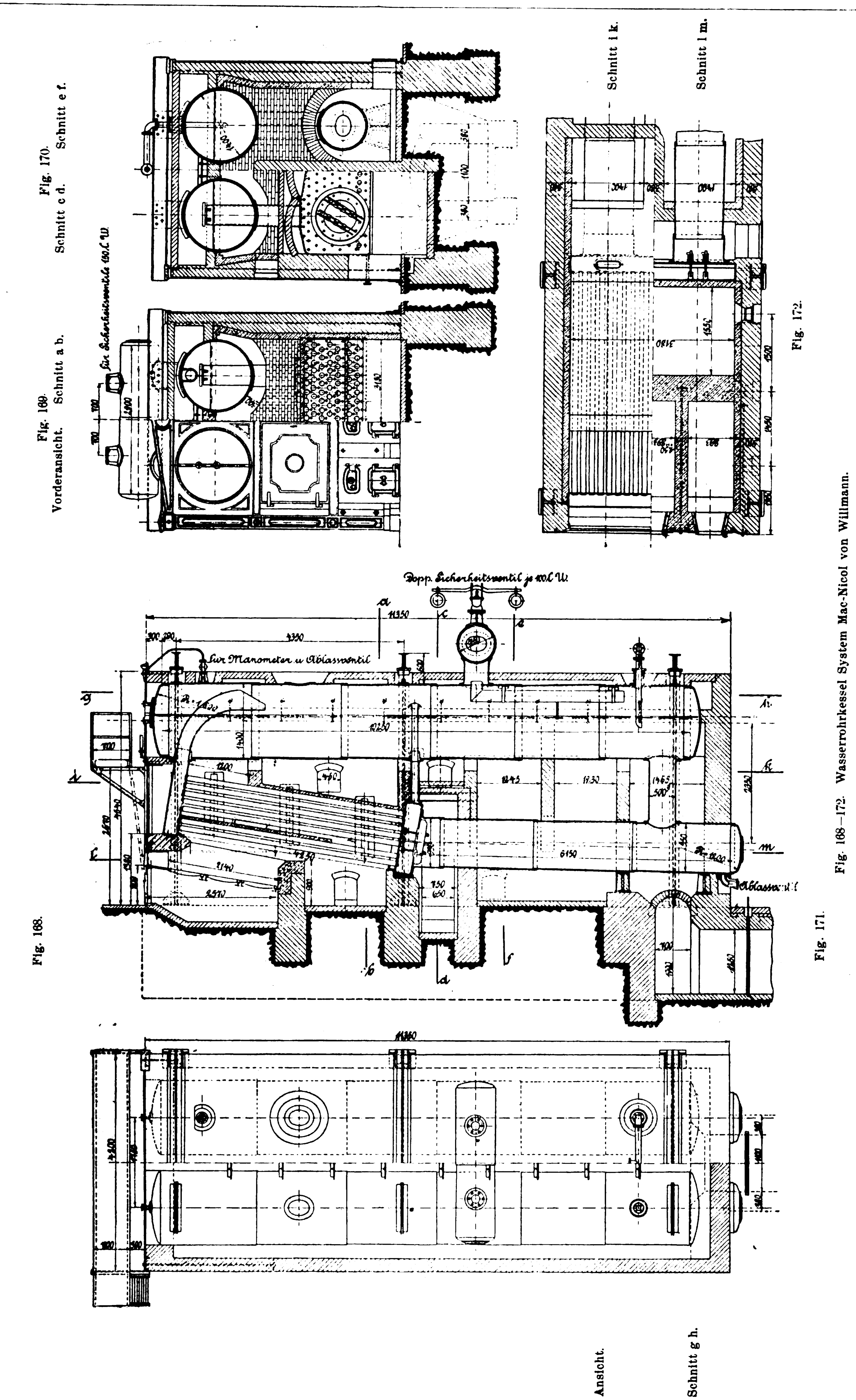


Fig. 168–172. Wasserrohrkessel System Mac-Nicol von Willmann.

160,92 qm auf die 108 Wasserröhren von 95 mm äusserem Durchmesser und 5 m Länge, 7,79 qm auf den etwa bis zur

Fig. 173.

Fig. 174.

Schnitt a b.

Fig. 175.

Fig. 173—175. Wasserröhrenkessel mit Ueberhitzer von Petry-Dereux.

Hälfte den Heizgasen ausgesetzten Oberkessel und 5,29 qm auf die beiden Wasserkammern. Die Rostfläche umfasst 3,91 qm; die Betriebsspannung darf 12 Atm. betragen.

Der Oberkessel ist 6,5 m lang und hat 1,2 m Durchmesser bei 14,5 mm Wandstärke; er ist in der Längs- und Rundnaht zweireihig überlappt genietet, in der letzteren jedoch in der einen Reihe mit doppelt so grosser Teilung. Vorn wird der Oberkessel durch den umgelegten Rundeisenanker getragen, der das Gewicht auf zwei wagerechte I Eisen überträgt, die auf ⊔ Eisensäulen ruhen. Ausserdem stützt sich die vordere Wasserkammer auf die Stirnmauer fest ab, während die hintere Wasserkammer in der üblichen Weise auf Rollen gelagert ist.

Im Oberkessel befindet sich ein kastenförmiger Einbau über der vorderen Wasserkammer, in welchem mittels besonders geformter Richtbleche eine Abscheidung des mitgerissenen Wassers infolge der Stosswirkung erfolgen soll. Uebrigens ist der Kessel noch mit einem Dampfüberhitzer von etwa 50 qm Heizfläche ausgerüstet. Das Verteilungsrohr ist senkrecht; von demselben gehen 10 wagerecht liegende Rohrschlangen von verschieden grosser Länge zu dem schrägliegenden Sammelrohr, welches auf den Kessel führt und hier ein Sicherheitsventil von 50 mm lichter Weite trägt. Ausserdem ist unmittelbar am Oberkessel an einem 110 mm weiten Stutzen ein Doppelsicherheitsventil mit je 80 mm lichter Weite angebracht. Dieses Ventil ist für den nach Russland gelieferten Kessel mit einem nach dem russischen Gesetz notwendigen verschliessbaren Kasten versehen.

Bei stark angestrengtem Betriebe von Wasserröhrenkesseln musste man häufig die Erfahrung machen, dass die untersten Rohrreihen sehr rasch durchbrannten und leck wurden. Die Erklärung dieser Erscheinung ist darin zu sehen, dass die untersten Rohre durch die Berührung mit

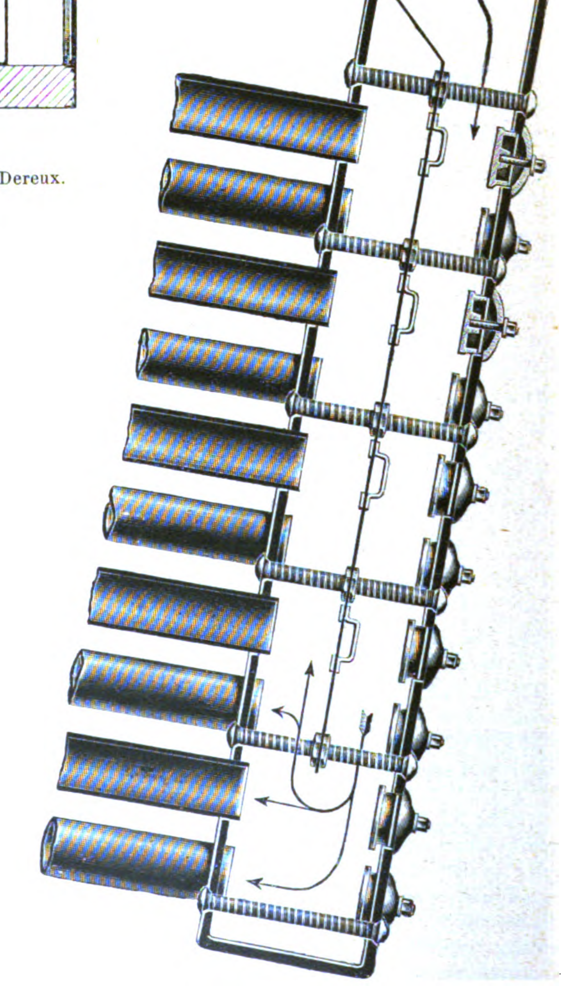


Fig. 176. Hintere Wasserkammer des Röhrenkessels von Petry-Dereux.

den heissesten Gasen und infolge der direkten Wärmeausstrahlung der glühenden Brennstoffmassen verhältnismässig viel mehr Wärme aufnehmen, als die oberen Rohre. Die untersten Rohre haben daher die stärkste Dampfentwicklung; infolgedessen musste ihnen das Wasser besonders reichlich zugeführt werden. Bei der natürlichen Umlaufbewegung des Wassers sucht sich dasselbe aber immer den kürzesten Weg, d. h. es wird den oberen Röhren stärker zuströmen, als den unteren. Die Gefahr des Krummziehens oder des Durchbrennens der unteren Rohre ist daher um so grösser, je mehr Rohrreihen übereinander liegen, je stärker der Kessel beansprucht wird und je unreiner das Speisewasser ist.

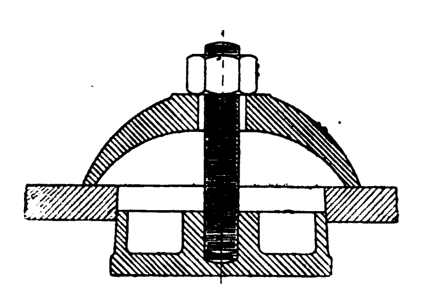


Fig 177.
Kammerverschluss des Röhrenkessels von Petry-Dereux.

Eine energische Kühlung der untersten Rohrreihen durch möglichst unmittelbare Zuführung des Umlaufwassers ist daher als die erste Bedingung für die dauernde Haltbarkeit der Rohre anzusehen. Die Firma *Petry-Dereux* in Düren führt zu diesem Zwecke die hintere Wasserkammer ihrer Wasserröhrenkessel nach Fig. 176 aus. Durch den Einbau einer Scheidewand wird das aus dem Oberkessel zurückströmende Umlaufwasser den unteren Rohrreihen in erster Linie zugeführt. Es ist klar, dass auf diese Weise die unteren Rohre unter allen Umständen genügend Wasser erhalten müssen und dass damit das Ueberhitzen, starke Inkrustieren und Krummziehen derselben infolge von Wassermangel ein für allemal beseitigt ist. Dabei behindert die Einrichtung dieser Scheidewand das Reinigen und Auswechseln der Rohre in keiner Weise.

Gegenüber jedem Rohr befindet sich in der Scheidewand eine Oeffnung, welche durch einen Deckel mit bajonettförmigem Verschluss, ohne jede Verschraubung, geschlossen wird. Dieser Deckel kann durch das gegenüberliegende Deckelloch der Kammer passieren, da er im Durchmesser kleiner ist; die Reinigung und das Auswechseln der Rohre ist also durch die Scheidewand in keiner Weise behindert.

Der Kammerverschluss ist in Fig. 177 dargestellt; es ist ein Innenverschluss ohne besonderes Dichtungsmaterial. Der konische Rand der Verschlussplatte ist möglichst dünn gehalten, um etwas zu federn. Das Einbringen der Verschlussplatten geschieht durch einige etwas weitere Deckellöcher, deren Verschlüsse wieder durch ein ovales Handloch eingeführt werden.

(Fortsetzung folgt.)

Erster Bericht über den V. Internationalen Kongress für angewandte Chemie.

Chemische Industrie der anorganischen Produkte.

Sektion II.

Unter den Vorträgen aus der Sektion II ist zunächst derjenige von *F. Mylius* aus Charlottenburg: „*Ueber die Beurteilung des Glases und über Verbesserungen in der Glasfabrikation*“ zu erwähnen. *Mylius*, der sich durch seine bekannten Arbeiten über die Widerstandsfähigkeit des Glases ausgezeichnet hat, wies darauf hin, dass es sehr schwierig sei, Gläser zu klassifizieren, da ihre Zusammensetzung so ausserordentlich wechsele. Handle es sich um die Widerstandsfähigkeit eines Glases gegen Verwitterung, so brauche man im allgemeinen auf dessen chemische Zusammensetzung überhaupt keine Rücksicht zu nehmen, sondern könne sich damit begnügen, die Gläser nach ihrer Angreifbarkeit durch Reagentien zu beurteilen, und zwar sei unter ihnen reines Wasser das Wichtigste.

Der Vortragende hat sechs Klassen von Gläsern aufgestellt und diese nach ihrem Verhalten gegen Wasser von 18° C. bei achttägiger Einwirkung und Wasser von 80° C. bei dreistündiger Einwirkung geordnet. Die erhaltenen Zahlen wurden in Einheiten ausgedrückt, die anzeigen, wieviel Tausendstel mg Natron aus 100 qcm Oberfläche des betreffenden Glases gelöst worden waren. Die Zahlen geben also nicht den Gesamtverlust an, den das Glas durch Einwirkung des Wassers erleidet, sondern nur den Verlust an Natron. Diese Beurteilungsweise wurde gewählt, da die Verwitterung der Gläser sich wesentlich als eine Alkalientziehung darstellt. Es ist klar, dass hierbei das von *Heraeus* neu hergestellte Quarzglas als unangreifbar erscheint, da es ja kein Alkali enthält. In der Tat ist es auch das widerstandsfähigste bis jetzt bekannte Glas. Nachstehende Tabelle enthält die gefundenen Ergebnisse:

Die Ermittlung der einschlägigen Zahlen geschieht entweder durch die bekannte Jodeosinprobe, wobei sich eine Lösung dieses Stoffes je nach der Angreifbarkeit des Glases mehr oder weniger stark rosa färbt, oder durch unmittelbares Titrieren des mit dem Glase in Berührung gestandenen Wassers mit Hilfe sehr empfindlicher Indikatoren, oder durch Ermittlung der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers, die mit steigender Aufnahme von gelösten Stoffen grösser wird.

Die Angreifbarkeit des Glases durch Sodalösung und Natronlauge ist bedeutend grösser, als die durch Wasser; jedoch ordnen sich die Gläser bei jedem dieser Stoffe nach steigender Angreifbarkeit hintereinander gestellt in *verschiedenen* Reihen. Durch saure Lösungen wird Glas bedeutend weniger angegriffen, als durch reines Wasser oder gar Alkali. Ausnahmen machen nur Flussäure und Metaphosphorsäure, die Glas sehr stark angreifen.

Klasse von Gläsern	Verlust in 0,001 mg Natron auf 100 qcm Oberfläche	
	durch Wasser v. 18° C. in 8 Tagen	durch Wasser v. 80° C. in 3 Stunden
1. Quarzglas . .	—	—
2. Wasserbeständige Gläser . . .	0—4	0—15
3. Resistente Gläser	4—12	15—45
4. Härtere Apparaten-Gläser .	12—36	45—150
5. Weichere Apparaten-Gläser .	36—150	150—600
6. Mangelhafte Gläser . . .	über 150	über 600

Versuche, minderwertige Gläser durch Verändern der Oberfläche widerstandsfähiger zu machen, haben keine brauchbaren Ergebnisse geliefert, wie auch vorauszusehen war, zumal derartige Verfahren immerhin nicht einfach sind.

In der Diskussion wies *Foerster*, der seinerzeit mit *Mylius* zusammen die bekannten Untersuchungen über Gläser angestellt hat,[1]) darauf hin, dass sich manchmal beim Arbeiten mit gläsernen Gefässen ein Angreifen des Glases durch Wasser u. s. w. nicht umgehen lasse. Für diesen Zweck müsse es sehr wertvoll sein, mit solchen Gläsern zu arbeiten, die aus möglichst wenig verschiedenen Stoffen zusammengesetzt seien. Hierdurch werde die Zahl der in Betracht zu ziehenden Verunreinigungen wesentlich eingeschränkt.

An diesen Vortrag schloss sich unmittelbar ein solcher

[1]) D. p. J. 1898, **307**, 166.

von *R. Dralle* aus Hameln: *„Ueber Glasblasmaschinen“* an. Der Vortragende gab zunächst eine kurze Aufzählung der für die Praxis in Betracht kommenden Maschinen und eine gedrängte Beschreibung der Art und Weise, wie diese Maschinen arbeiten. Als solche erwähnte er diejenigen von *Ashley*,[2]) von *Hilde*,[3]) die aber nicht in Betrieb gekommen sei, von *Vernay*,[4]) von *Heerdt*, von *Grote*,[4]) von *Boucher*,[4]) und von *Severin*, und ging dann ausführlicher auf diese letztere Maschine ein. Sie zeichne sich dadurch aus, dass die Art und Weise, wie mit ihr gearbeitet werde, dem Handbetriebe am nächsten komme, sodass es sogar möglich sei, mit dieser Maschine an Oefen zu arbeiten, an denen zugleich Flaschen auf gewöhnliche Weise geblasen würden. Die übrigen Maschinen verlangten bei weitem heisseres Glas, sodass es für die gleichzeitige Verarbeitung auf gewöhnliche Weise zu dünnflüssig sei. Jedoch lasse die Maschine von *Severin* doch deswegen nicht den Hauptzug vermissen, der der Maschinenarbeit eigen ist, nämlich den, dass der Flaschenkopf hierbei *von vorneherein* geformt wird, während sonst der Glasmacher *nach* Fertigstellung des Flaschenkörpers den Kopf noch mittels eines schwierigen Verfahrens anfügen muss. Dieser Vorzug zeige sich namentlich dann, wenn es sich um Flaschen handele, bei denen sogenannte Patentverschlüsse angebracht werden sollen, indem diese genau gleichmässig gearbeitete und genau gleich grosse Köpfe verlangen. Ein Nachteil, der den mit der Maschine geblasenen Flaschen anhafte, bestehe darin, dass die Flaschen keine so glatte und glänzende Oberfläche hätten; jedoch sei dies kein wesentlicher Mangel, da einmal bei gefüllten Flaschen hiervon nichts zu bemerken sei und andererseits dieser Umstand für den Gebrauchswert der Flaschen überhaupt ganz gleichgiltig sei.

Leider seien die deutschen Flaschenfabrikanten nur sehr langsam an die Einführung von Glasblasmaschinen herangetreten und hätten die Versuche damit auch nur mit sehr wenig Ausdauer fortgesetzt. Es sei unter diesen Umständen nicht zu verwundern gewesen, wenn sie schon nach kurzer Zeit in den meisten Hütten wieder eingestellt worden wären, mit Ausnahme von einigen wenigen Fabriken, in denen übrigens überall die Maschine von *Severin* in Verwendung stände, die somit die einzige in Deutschland noch im Betriebe befindliche Glasblasmaschine sei. Es sei zu wünschen, dass auch die Glasfabrikanten sich mehr maschinelle Schulung aneigneten, um den Fortschritten der Maschinentechnik mit demselben Verständnis folgen zu können, wie die Fabrikanten in anderen Industriezweigen, in denen man sich nicht durch die Anfangsschwierigkeiten von der Einführung von Arbeitsmaschinen abschrecken zu lassen pflege.

Die angekündigten Vorträge von *W. Loebell* aus Karlshorst; *„der heutige Stand der Erkenntnis der chemischen Verbindungen im Portlandzement und der chemischen und physikalischen Vorgänge bei seiner Erhärtung,“* sowie derjenige von *A. Schuliatschenko* aus St. Petersburg über *„die Einwirkung des Seewassers auf die hydraulischen Bindemittel“* fielen leider aus, dagegen trat *I. Klaudy* aus Wien mit einigen interessanten Mitteilungen über die *Zerstöruug eines Betonkanals* an die Oeffentlichkeit. Es hatte sich in einem von ihm vor kurzer Zeit eingehend untersuchten Falle herausgestellt, dass ein Kanal aus Beton, der unterirdisch verlegt war, einer sehr starken Zerstörung erlegen war. Diese Zerstörung trat zuerst auf der äusseren Oberfläche der Kanalwandung auf und drang von da aus nach innen vor, wobei der Beton durch und durch zu Brei zerfiel. Bei der Untersuchung des Betons und des Grundwassers zeigte es sich, dass letzteres im Bereich der zerstörten Stelle einen starken Gehalt an schwefelsaurem Natron aufwies, und dass dieser von den Abwässern zweier Fabriken herrührte. Diese Abwässer wurden einfach in den Boden einfliessen gelassen, und versickerten hier ohne genügenden Abfluss zu finden, zumal sich unter der Oberfläche des Bodens eine Mulde aus undurchlässigem Material befand. Das von dem Vortragenden vorgeschlagene Mittel zur Abhilfe besteht darin, dass man die Abwässer nicht mehr in den Boden versickern lässt, sondern sie in den Kanal einführt, und dass man ausserdem den Boden drainirt, um die darin befindlichen Salzlösungen abzuführen. Diese Drainirung soll ebenfalls durch den Kanal selber stattfinden. Der Vortragende glaubt, dass auf diese Weise statt der starken, stehenden Salzlösung nur eine verdünnte, rasch abfliessende Salzlösung mit dem Beton in Berührung kommen könne, die nicht im Stande sei, ihm wesentlichen Schaden zuzufügen.

Abgesehen von diesem Einzelfalle habe die Sache aber auch eine systematische Bedeutung, da es sich gezeigt habe, dass Alkalisulfatlösungen äusserst schädlich für Beton seien, und zwar *viel* schädlicher als Gipslösungen. Sogar konzentrierte Gipslösungen greifen Beton nur an seiner *Oberfläche* an. Ueberhaupt bezweifelt der Vortragende, dass Gipslösungen so schädlich für Beton seien, wie allgemein angenommen werde und ist der Ansicht, dass auch das Meerwasser nicht eigentlich durch seinen Gehalt an Gips auf Beton schädlich einwirke, sondern durch seinen Gehalt an Alkalisulfat, das sich aus der Umsetzung des darin enthaltenen Gipses und Kochsalzes immer wieder bilde. Sei Gips wirklich so schädlich, wie man annehme, so würde es auch nicht angängig sein, Betonbauten mit gipshaltigen Bodenschichten in Berührung zu bringen, da sie alsdann durch das gipshaltige Wasser, das diese Schichten führten, sehr schnell zerstört werden würden.

(Schluss folgt.)

[2]) D. p. J. 1890, **287***, 376 und 1893, **289***, 298 und 1903, **318***, 155.
[3]) D. p. J. 1894, **292***, 55.
[4]) D. p. J. 1903, **318***, 155.

Kleinere Mitteilungen.

Goodmanns Schaulinienzeichner für Materialprüfungsmaschinen.

Prof. *Goodmann* berichtete im Engineering unter Beifügung von Abbildungen über einen Apparat, den er zur selbsttätigen Aufzeichnung von Schaulinien bei Zug-, Druck- und Scheerversuchen für eine *Buckton* Prüfungsmaschine des Yorkshire Kollege konstruiert hat.

Die Maschine ist stehend angeordnet und hydraulisch betrieben. Der Wagenhebel mit Laufgewicht stützt sich auf eine gusseiserne Säule von etwa 4—5 m Länge, ihre Zusammendrückung beim Versuch wird in 136 facher Vergrösserung als Mass für die Belastung aufgezeichnet. Hierzu ist neben der Säule, mit deren Fuss verbunden und oben an derselben geführt, ein Stab aufgestellt. Dieser überträgt die Längenänderung der Säule auf ein von ihr getragenes doppeltes Hebelwerk. Das Ende des zweiten Hebels ist als Bogenstück ausgebildet, an dem der Schreibstiftträger an einem feinen Draht hängt, und das so geformt ist, dass der Weg des Schreibstiftes der Belastung proportional ist. Die Reibungswiderstände in den Führungen des Schreibstiftträgers sind durch eine besondere Vorrichtung, mit der die Führungen in schnelle Umdrehungen versetzt werden, nahezu beseitigt. Der Kräftemasstab beträgt 1,6 mm für 1000 kg.

Der Lagerbock der Schreibtrommel ist an der Säule befestigt. Die Trommel wird vermittelst eines Schnurzuges, der Dehnung des Stabes entsprechend, gedreht. Zu diesem Zweck ist die Schnur in bekannter Weise am unteren Ende der Masslänge am Stabe festgelegt und über eine Rolle geführt, die am oberen Ende der Messlänge vom Stabe getragen wird. Die gleichmässige Spannung des Schnurzuges wird dadurch bewirkt, dass die Schreibtrommel, ähnlich wie bei Indikatoren, mit einer innen angebrachten Spiralfeder versehen ist. *Mlr.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 26. Berlin, 27. Juni 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Reguliergetriebe für Francisturbinen mit Finkschen Leitschaufeln.

Von **W. Bauersfeld**, Assistent an der Techn. Hochschule zu Berlin.

Die drehbaren Leitschaufeln der *Fink*schen Regulierung werden fast durchgängig in der Weise verstellt, dass ein um den Leitapparat konzentrisch gelagerter Ring, welcher durch Schubstangen oder Excenter mit den einzelnen Leitschaufeln verbunden ist, oder dieselben durch Gleitbolzen in passenden Führungsschlitzen fasst, um einen kleinen Winkel gedreht wird. Die Kräfte, welche bei einer Bewegung dieses Ringes zu überwinden sind (ΣT, Fig. 1), ergeben sich einerseits aus dem Drehmoment, welches der Wasserdruck auf jede einzelne Leitschaufel ausübt, andererseits aus den Reibungswiderständen.

Die einfachste Anordnung zur Drehung des Ringes besteht darin, dass man auf denselben an einer Stelle tangential eine Kraft S wirken lässt, entweder durch eine Kurbel und Gleitstein oder durch eine Schubstange u. dgl. (Fig. 1). Dabei wird aber infolge des einseitigen Anpressens des Ringes an seine Führung die zur Bewegung nötige Kraft durch

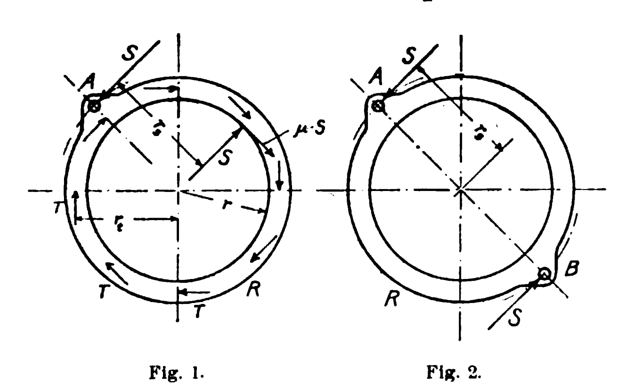


Fig. 1. Fig. 2.

zusätzliche Reibung in der Weise vergrössert, dass diese Anordnung für grössere Ausführungen nicht mehr brauchbar ist. Die Verstellkraft S ergibt sich aus:

$$r_s \,.\, S = r_l \,.\, \Sigma T + r \,.\, \mu \,.\, S$$

zu

$$S = \frac{r_l}{r_s - r \,.\, \mu} \,.\, \Sigma T = \infty \frac{1}{1 - \mu} \,.\, \Sigma T$$

Man kann jede zusätzliche Reibung vermeiden, wenn man den Ring an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen (A, B, Fig. 2) fasst. Dabei ist

$$S = \frac{1}{2} \,.\, \frac{r_l}{r_s} \,.\, \Sigma T = \infty \frac{1}{2} \,.\, \Sigma T$$

Dann ist aber ein umständliches Reguliergetriebe notwendig, um die Kräfte S in den beiden Angriffspunkten A, B gleich zu halten und um diese beiden Angriffspunkte stets um gleiche Bogenstücke zu verschieben.

Einfachheit des Getriebes lässt sich ohne bedeutende Vergrösserung der Regulierkräfte durch die in Fig. 3 dargestellte Anordnung erreichen. Hierbei wird der Ring R symmetrisch an zwei Punkten A, B durch Stangen S gefasst, welche durch eine Doppelkurbel K von der fest gelagerten Regulierwelle W aus gemeinsam bewegt werden. Die Stangenkräfte S berechnen sich dann folgendermassen:

$$2\, r_s \,.\, S = r_l \,.\, \Sigma T + r \,.\, \mu \,.\, N$$
$$N = 2\, S \,.\, \sin\alpha$$
$$S = \frac{1}{2} \,.\, \frac{r_l}{r_s - r \,.\, \mu \sin\alpha} \,.\, \Sigma T = \infty \frac{1}{2} \,.\, \frac{1}{1 - \mu \sin\alpha} \,.\, \Sigma T$$

Diese Anordnung hat nur den Uebelstand, dass im Allgemeinen bei einer Drehung der Welle W der Ring nicht

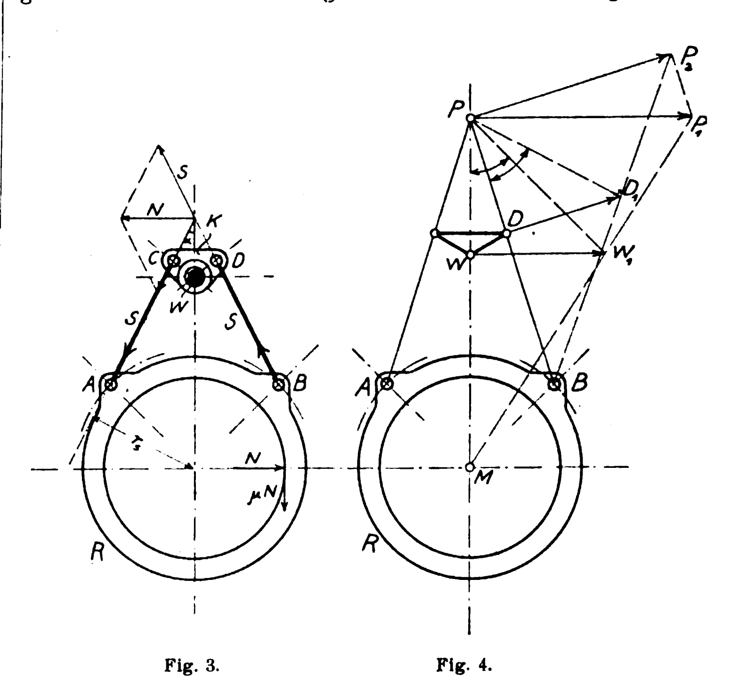


Fig. 3. Fig. 4.

nur eine Drehung um seinen Mittelpunkt M, sondern auch eine Verschiebung nach W hin oder entgegengesetzt erfährt, welche ein Festklemmen des Ringes herbeiführen würde, wenn derselbe nicht reichlich Spiel hat. In folgendem soll ein Verfahren angegeben werden, welches mit wenigen Hilfslinien die Punkte A, B, C, D, W so festzulegen gestattet, dass die schädliche Verschiebung des Ringes auf ein Minimum reduziert wird, so dass sie praktisch vernachlässigt werden kann.

Der Ring R bildet mit den Stangen S und der Doppelkurbel K eine Vierzylinderkette. Soll der Mittelpunkt des Ringes bei einer Verstellung seine Entfernung von dem Punkte W der Doppelkurbel nicht ändern, so muss offenbar der Punkt W gegenüber dem feststehend gedachten Ringe R eine Bahn beschreiben, deren Krümmungsmittelpunkt für die

gezeichnete Mittelstellung auf M fällt. Damit ergibt sich sofort die Konstruktion:

Man legt zunächst die Punkte A, B, W nach rein konstruktiven Gesichtspunkten fest, ebenso die Richtungen der Stangen S, deren Verlängerungen sich natürlich auf der Symmetrieachse $M\,W$ schneiden müssen. Ihr Schnittpunkt P (Fig. 4) ist der Momentanpol für die Bewegung der Doppelkurbel K gegen den Ring R. Die Polwechselgeschwindigkeit muss wegen der symmetrischen Anordnung der Kette normal zu $P\,M$ gerichtet sein. Wählt man die Grösse dieser Polwechselgeschwindigkeit beliebig ($P\,P_1$ in Fig. 4), so muss zur Innehaltung der oben angegebenen Forderung die Verbindungslinie $P_1\,M$ auf der im Punkte W senkrecht zu $P\,W$ gezogenen Geraden eine Strecke ($W\,W_1$) abschneiden, die identisch ist mit der Momentangeschwindigkeit des Punktes W. Der Punkt D muss nun so gewählt werden, dass der Endpunkt D_1 seiner Momentangeschwindigkeit auf diejenige Gerade fällt, welche B, den Krümmungsmittelpunkt der von D beschriebenen Punktbahn mit dem Endpunkt P_2 der normal zu $P\,B$ gerichteten Componente der Polwechselgeschwindigkeit ($P\,P_2$) verbindet. Man hat also den Winkel $D_1\,P\,B = W_1\,P\,W$ an $P\,B$ anzutragen; dann ist der Schnittpunkt des freien Schenkels mit der Geraden $P_2\,B$ der Punkt D_1, von welchem man durch Ablotung auf $P\,B$ zu dem gesuchten Punkte D gelangt.

Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 399 d. Bd.)

Die Firma *Petry-Dereux* baut ausser dem Zweikammerkessel auch noch Kessel nach dem *System Mac-Nicol* als Spezialität (Fig. 178).

Im Vergleich zu dem in den Fig. 168—172 dargestellten, von der Firma *E. Willmann* gebauten *Mac-Nicol*kessel unterscheidet sich der in Fig. 178 wiedergegebene Kessel der Firma *Petry-Dereux* durch die etwas abweichende Führung der Heizgase, durch den Einbau des Ueberhitzers und durch die Anwendung nur eines Oberkessels, doch baut die Firma *Petry-Dereux* auch *Mac-Nicol*kessel mit zwei Oberkesseln. 16 mm Wandstärke und ist in der Längsnaht dreireihig,[2]) in der Rundnaht einreihig überlappt genietet. Die Böden haben 22 mm Wandstärke.

Der Oberkessel steht durch zwei Stutzen von 0,5 m Weite und 14 mm Wandstärke mit den beiden Unterkesseln von 6,2 m Länge, 1 m Durchmesser und 10,5 mm Wandstärke in Verbindung. Die Unterkessel sind in den Rundnähten einreihig, in den Längsnähten zweireihig überlappt genietet.

Das Röhrenbündel besteht aus 139 Röhren von 95 mm Durchmesser und 4,5 m Länge. Die vordere Wasserkammer trägt wieder den kastenförmigen Wasserabscheider, die hintere Wasserkammer ist mit einem Dampfableitungsstutzen von 130 × 400 Weite und 14 mm Wandstärke versehen.

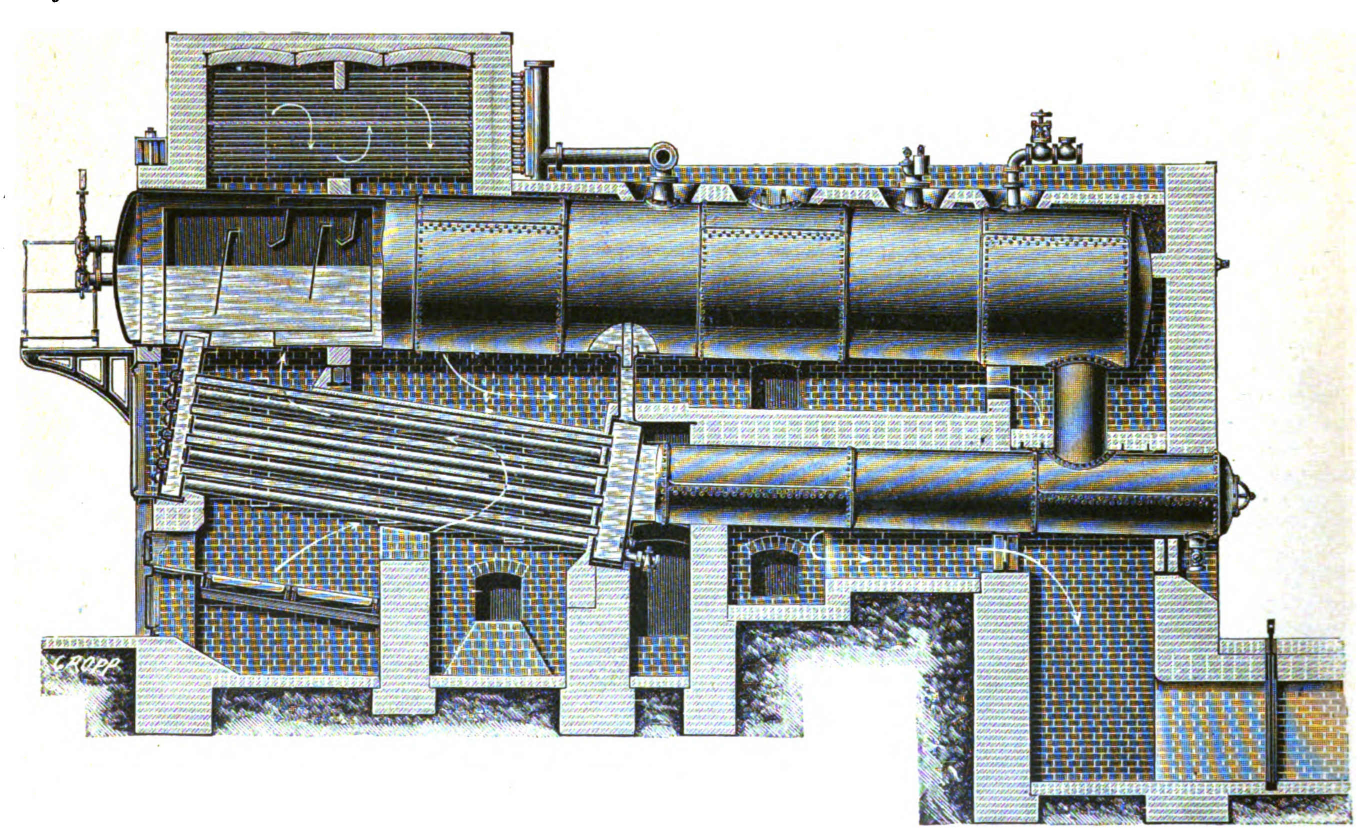


Fig. 178.
Röhrenkessel System Mac-Nicol mit Ueberhitzer von Petry-Dereux.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf einen ausgeführten *Mac-Nicol*kessel von rund 252 qm Heizfläche, der bei einer Konstruktion nach Fig. 178 für 10 Atm. Ueberdruck gebaut wurde. Die Heizfläche setzt sich zusammen aus 186,4 qm Wasserrohrfläche, 6,67 qm Wasserkammerfläche, 28,8 qm Fläche am Oberkessel, 25,82 qm Fläche am Unterkessel und 4,06 qm Fläche an den Stutzen. Die Rostfläche des Kessels beträgt 4,82 qm.

Der Oberkessel hat 1,7 m Durchmesser, 10,9 m Länge,

Der Ueberhitzer von etwa 70 qm Heizfläche ist über

[2]) Fig. 178 zeigt in der Längsnaht nur zweireihige Nietung, die bei kleinerem Durchmesser des Oberkessels zur Anwendung kommt.

dem vorderen Ende des Oberkessels in einer besonderen Heizkammer untergebracht.

Die Heizgase bestreichen zuerst das Röhrenbündel, steigen dann am vorderen Ende des Oberkessels in die Höhe und gelangen in den Ueberhitzer. Aus diesem werden die Gase durch einen abwärts führenden Zug wieder an den Oberkessel gebracht, der jetzt in einem Längszuge an der wasserberührten Fläche bestrichen wird. Durch Mauerzungen werden die Gase hierbei mehrfach abgelenkt. Am hinteren Kesselende fallen die Gase dann in zwei seitlichen Zügen nach unten, bestreichen die beiden Unterkessel auf den Aussenseiten in der Richtung nach vorn, um schliesslich zwischen beiden Unterkesseln in einem Mittelzuge wieder nach hinten und in den Fuchs zu gelangen.

Die Feuerbrücke ist auch hier, wie bei dem Kessel (Fig. 173—175), bis auf 100 mm an das Rohrbündel herangezogen, andererseits aber mit Aussparungen versehen, um die Gase mit möglichst grossen Flächen glühender Mauermassen in Berührung zu bringen.

Als Siederohre werden für die unterste Rohrreihe nahtlose Mannesmannstahlrohre und für die übrigen Reihen patentgeschweisste Siemens-Martin-Flusseisenrohre verwendet.

Der von der Rheinischen Röhrendampfkesselfabrik *A. Büttner & Cie.* in Uerdingen a. Rh. gebaute Grosswasserraumkessel nach dem System *Mac-Nicol*, Fig. 182, weist eine prinzipielle Abweichung von den beiden bisher besprochenen Kesseln dieses Systems (Fig 168—172 und 178) dadurch auf, dass die hintere Wasserkammer des Röhrenkessels keinen unmittelbaren Zusammenhang mit dem Walzenunterkessel besitzt, und dass infolgedessen auch die Umlaufbewegung des Wassers in ganz anderer Weise vor sich geht.

Das Röhrenbündel ist in derselben Weise mit dem Oberkessel verbunden, wie bei dem einfachen Zweikammerkessel, nur dass die Umlaufvorrichtung nicht an die hintere Wasserkammer, sondern an den vorderen Verbindungsstutzen des Walzenunterkessels angeschlossen ist. Hierdurch ist die Wasserbewegung in ihrer Richtung bestimmt. Das Wasser steigt aus dem Röhrenbündel vorn in die Höhe, passiert die Verbindungsrinne im Oberkessel, gelangt in den Walzenunterkessel, durchströmt denselben nach hinten, steigt in den Oberkessel und fällt durch die hintere Wasserkammer in das Röhrenbündel zurück. Die unteren Röhren werden hierbei allerdings nicht so gut gekühlt, wie es der Fall ist, wenn das Wasser dem Röhrenbündel durch den Walzenunterkessel direkt zufliesst.

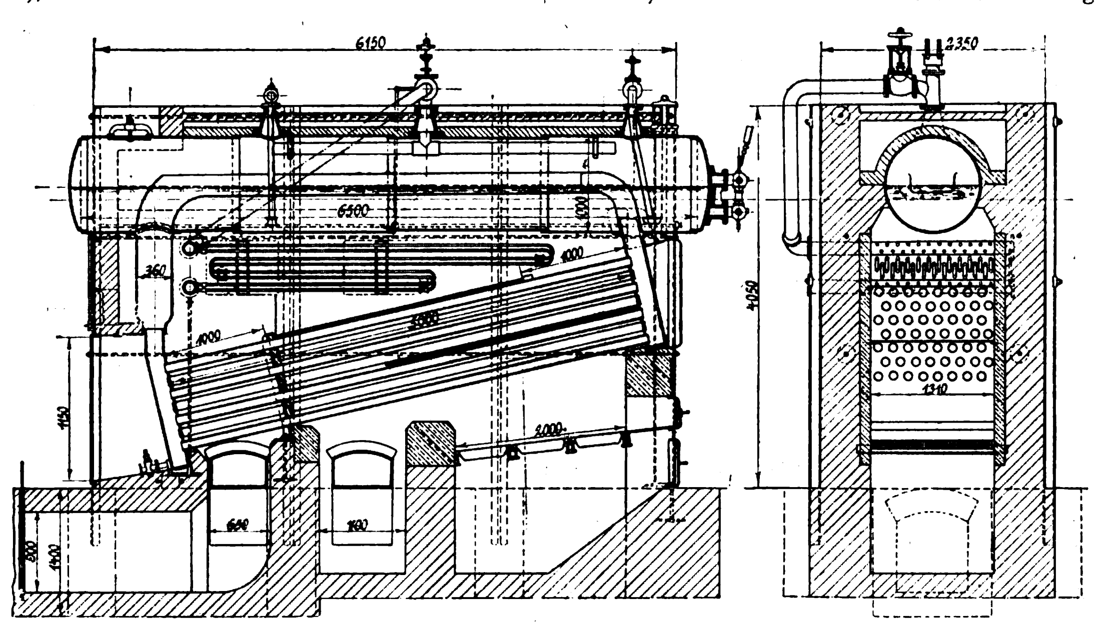


Fig. 179. Fig. 180.
Wasserrohrkessel mit Ueberhitzer von Büttner & Cie.

Der *Mac-Nicol*kessel eignet sich besonders gut für grosse Kesselanlagen. Die Firma *Petry-Dereux* führt den *Mac-Nicol*-kessel bis zu 350 qm, event. auch noch grösser aus. Eine der grössten Kesselanlagen, nach dem System *Mac-Nicol* wurde von der Firma *Petry-Dereux* für die *Petersburger elektrische Centrale der Elektr. Akt.-Ges. „Helios“* geliefert. Diese Anlage besteht aus 14 Kesseln von je 300 qm Heizfläche mit Ueberhitzern von je 70 qm Heizfläche.

Beim *Büttner*kessel, Fig. 179 und 180, ist die bemerkenswerteste Einrichtung die Umlaufvorrichtung.

Die vordere Wasserkammer trägt einen Aufsatz in Form eines nach hinten gekrümmten Rohres, welches in eine nach dem Dampfraum offene Rinne übergeht; letztere reicht bis zur hinteren Wasserkammer und wird durch einen Krümmer an diese angeschlossen. Das Wasser, welches in der vorderen Wasserkammer emporgetrieben wird, findet seinen Weg vollständig vorgezeichnet und kann daher die einmal erhaltene Geschwindigkeit ohne Störung beibehalten. Das verdampfte Wasser kann durch seitliche Oeffnungen des hinteren Krümmers des Umlaufrohres dem Unterkessel ersetzt werden. Das Speisewasser wird dem Oberkessel durch den vordersten Stutzen mittels Tauchrohres zugeführt. Der hintere Stutzen mit Tauchrohr dient zum Abblasen des Schlammes.

Der dargestellte Kessel hat eine Heizfläche von 95,2 qm, eine Rostfläche von 2,62 qm und ist mit einem Ueberhitzer ausgestattet. Die Konstruktion der Kammerverschlüsse ist aus Fig. 181 zu ersehen.

Die Kammern, sowie auch der Oberkessel, werden aus bestem Siemens-Martin-Flusseisen, Feuerblechqualität, angefertigt. Die ersteren werden geschweisst, während die Oberkessel hydraulisch genietet sind.

Die folgenden näheren Angaben beziehen sich auf einen derartigen zur Ausführung gebrachten Kessel von 300 qm wasserberührter Heizfläche, 6,93 qm Rostfläche und für 10 Atm. Betriebsdruck.

Das Röhrenbündel besteht aus 198 Röhren von 4,4 m Länge, 95 mm äusserem Durchmesser und 3,5 mm Wandstärke; die Steigung gegen die Horizontale ist 24 : 100.

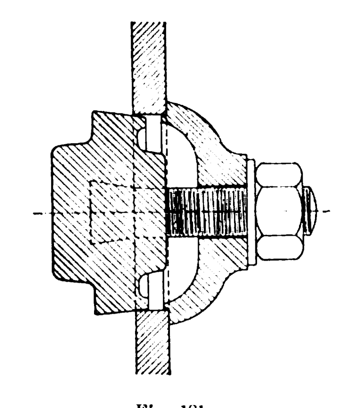


Fig. 181.
Kammerverschluss von Büttner & Cie.

Der Oberkessel hat eine Länge von 10,8 m; einen Durchmesser von 1,8 m und eine Wandstärke von 17 mm; die Böden sind 24 mm stark. Der Unterkessel ist 4,4 m lang, hat 1,3 m Durchmesser, 14 mm Wandstärke und eine Steigung entsprechend der Umlaufrichtung des Wassers von vorn nach hinten. Die Böden sind 17 mm stark.

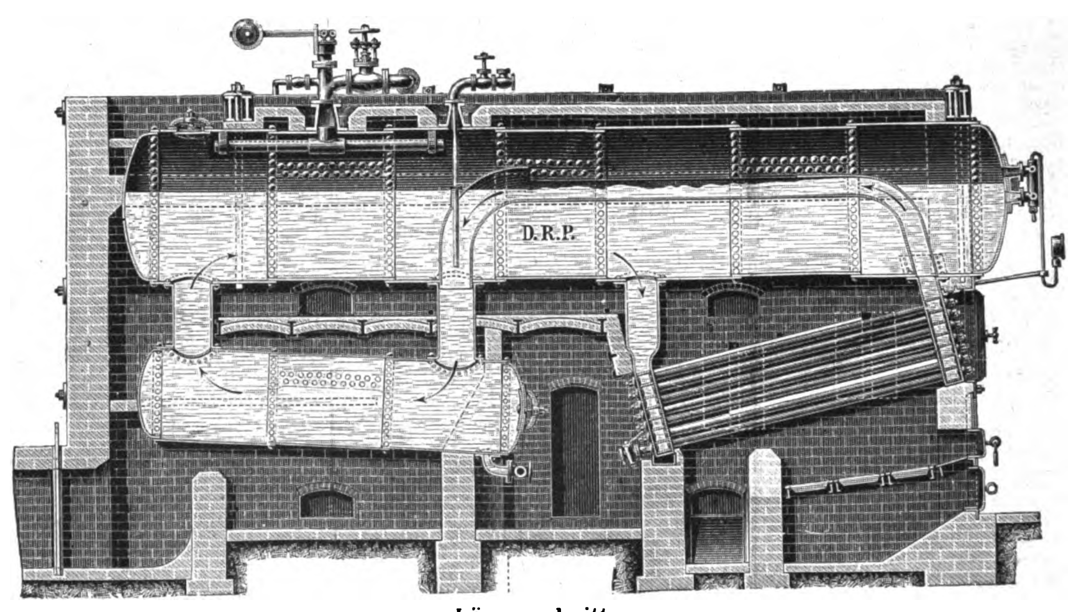
Die Verbindungsstutzen sind 0,5 m weit bei 13 bezw.

15 mm Wandstärke. Die Speiseleitung mündet in den vorderen Stutzen des Walzenunterkessels.

Der Inhalt des Wasserraumes berechnet sich auf 33,2 cbm, derjenige des Dampfraumes auf etwa 8 cbm.

Die Führung der Heizgase ist aus Fig. 182 ohne weiteres zu ersehen.

Die gebräuchlichen Ausführungsgrössen dieses Grosswasserraumröhrenkessels liegen zwischen 80 und 300 qm Heizfläche. Die erste Tabelle auf S. 405 gibt Aufschluss über einige Hauptdimensionen dieser normalen Ausführungen.



Längenschnitt.

Fig. 182.
Wasserröhrenkessel System Mac-Nicol nach der Ausführung von Büttner & Cie.

Der Wasserröhrenkessel der *Göhrig & Leuchs*schen Kesselfabrik in Darmstadt, Fig. 183 u. 184, zeichnet sich durch die Anwendung einer *Aussen-Tenbrink-Feuerung* aus.

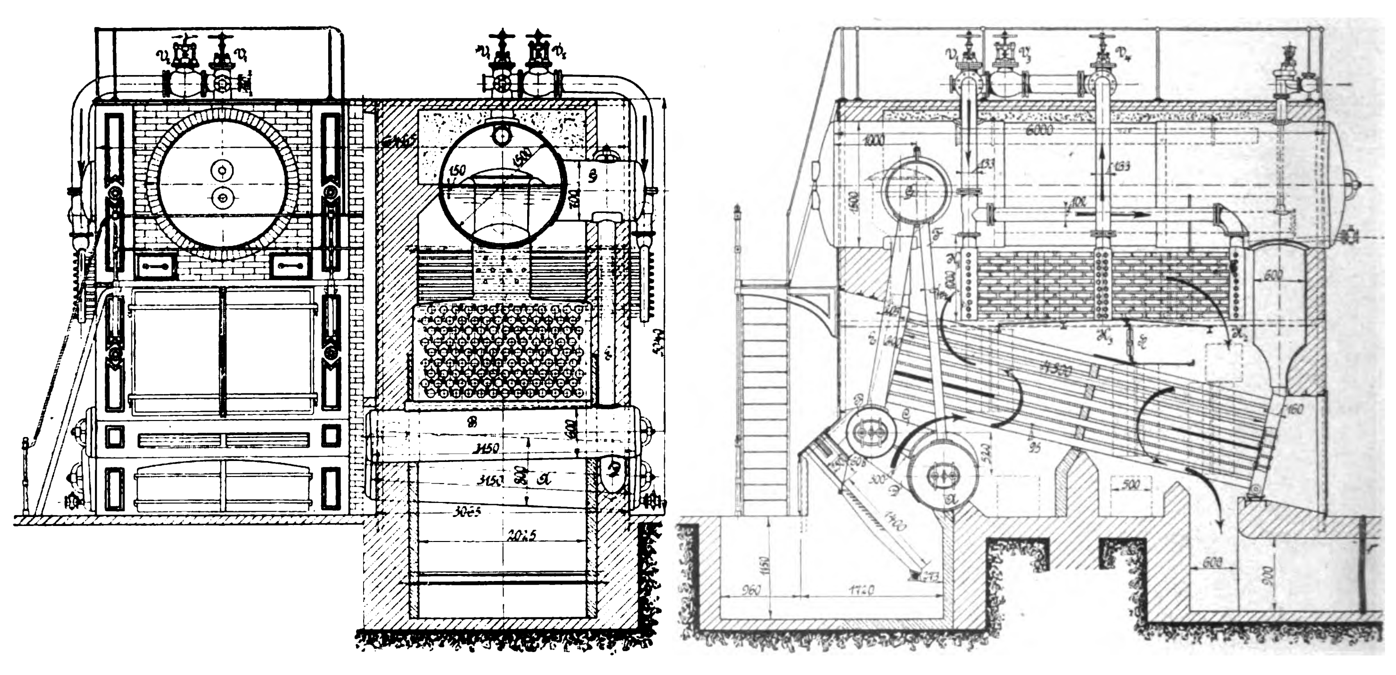


Fig. 183. Fig. 184.
Wasserröhrenkessel von Göhrig & Leuchs.

Unter dem Röhrenbündel liegen vorn über dem Schrägrost zwei Quervorlagen A und B, die durch zwei Stutzen C und D an den Enden miteinander verbunden sind. Zur Erzielung eines Wasserumlaufes liegen die beiden Vorlagen etwas geneigt zur Horizontalen.

Das Wasser steigt in der Vorlage A, Fig. 183, von rechts nach links auf, gelangt durch den Stutzen C, Fig. 184, in die vordere Vorlage B, durchströmt diese von links nach rechts, Fig. 183, und fällt durch den Stutzen D wieder nach A zurück. Der entwickelte Dampf kann von der höchsten Stelle der Vorlage B aus durch das Rohr E in den Oberkessel gelangen. Das Ersatzwasser fliesst der Vorlage A an der tiefsten Stelle durch das Rohr F zu. Der Oberkessel ist mit dem seitlichen Stutzen G versehen, um einen bequemen Anschluss der Rohre E und F an den Oberkessel zu ermöglichen.

Die Wasserbewegung in den Vorlagen ist eine gute, so dass eine schnelle Verdampfung neben einer sicheren Kühlung der Feuerplatten erreicht wird.

Der Rost ist ein Schrägrost mit treppenförmigen Ansätzen in der oberen Hälfte. Die Heizgase steigen zwischen den beiden Vorlagen in die Höhe, umspülen die erste Hälfte des Röhrenbündels, gelangen dann an den Oberkessel, wobei sie zugleich den Ueberhitzer bestreichen, um schliesslich ihre letzte Wärme an die zweite Hälfte des Röhrenbündels abzugeben.

Durch Einstellung einer Klappe H, Fig. 184, können die Gase teilweise vom Ueberhitzer abgelenkt werden.

Mac-Nicolkessel von A. Büttner & Cie.

Heizfläche in qm	Dimensionen Oberkessel	Dimensionen Unterkessel	Inhalt in Liter Wasser	Inhalt in Liter Dampf	Dampfreserve in kg Dampf für 10 Atm. Konzessionsdruck und 5 Atm. niedrigst zulässigem Druck
80	1400×10000	800×4400	13500	6100	680
90	1500×10000	900×4400	15700	7100	791
100	1600×10000	1000×4400	17500	7400	801
120	1600×10000	1200×4400	20500	7400	1033
150	1800×10000	1200×4400	25000	7800	1260
175	1800×10000	1300×4400	26600	7800	1340
200	1800×10000	1300×4400	27000	7800	1361
250	1800×10800	1300×4400	31000	8000	1560
300	1800×10800	1300×4400	33200	8000	1620

Der Ueberhitzer ist zweiteilig. Der Dampf strömt den beiden äusseren Verteilungsrohren K_1 und K_2, Fig. 184, zu, durcheilt die Rohrschlangen und vereinigt sich in dem mittleren Sammelrohr K_3. Da hierbei die erste Hälfte K_1 K_3 im Parallelstrom, die zweite Ueberhitzerhälfte K_2 K_3 im Gegenstrom zu den Heizgasen liegt, so findet einerseits eine Schonung der ersten Hälfte der Rohre statt, während andererseits durch die zweite Hälfte der Rohre eine möglichst weitgehende Ausnutzung der Gase erreicht wird.

Der Ueberhitzer hat 90 qm Heizfläche, während die wasserberührte Heizfläche des Kessels 178 qm beträgt. Hiervon entfallen 157,4 qm auf die Röhren, 9,2 qm auf den Oberkessel, 3,47 qm auf die Wasserkammern und 7,93 qm auf die Quersieder.

Einen zuverlässigen Beweis für die Leistungsfähigkeit des *Göhrig & Leuchs*schen Wasserrohrkessels erhält man in dem folgenden Auszuge aus dem Bericht über die an der neuen von *Göhrig & Leuchs* gebauten Kesselanlage des Städt. Elektrizitätswerkes Mainz am 9. und 10. Januar 1902 durch Herrn Geheimrat Prof. Dr. *Kittler* in Darmstadt ausgeführten Abnahmeversuche (siehe folgende Tabelle).

Art des Betriebs		a Ueberhitzter Dampf u. Kondensation	b Gesättigter Dampf u. Kondensation	c Gesättigter Dampf u. Kondensation	d Ueberhitzter Dampf und Auspuff
Pferdestärken:		1018,5	1020	1252,7	892,4
Versuchstag		9. Januar 1902	10. Januar 1902	10. Januar 1902	11. Januar 1902
Versuchsdauer (Beginn — Ende)	Stunden	6,0 (9 h — 3 h)	6,0 (9 h — 3 h)	3,0 (3 h 45 — 6 h 45)	1,5 (4 h 30 — 6 h)
Heizfläche der beiden Kessel	qm	574	574	574	574
Heizfläche der beiden Ueberhitzer	„	196	—	—	196
Rostfläche der beiden Kessel	„	11,1	11,1	11,1	11,1
Brennmaterial:					
verfeuert im ganzen	Kilo	3838 [3])	4730 [3])	3059	1318
verfeuert in 1 Stunde	„	639,6	788	1019,7	878
verfeuert pro 1 qm Rostfläche und 1 Stunde	„	57,6	71,0	91,9	79
Heizwert des verfeuerten Brennmaterials (einschl. Rückstände)	Kalorien	7572	7626	7599	7599
Herdrückstände:					
Asche und Schlacke im ganzen	Kilo	183	219	—	—
Asche und Schlacke in v. H. des Brennmaterials	v. H.	4,77	4,63	—	—
Speisewasser:					
verdampft im ganzen	Kilo	34337	41621	25929	10703
in 1 Stunde	„	5723	6937	8643	7135
in 1 Stunde und auf 1 qm Heizfläche	„	**9,97**	**12,1**	**15,1**	**12,45**
Temperatur des Speisewassers im Mittel	° C.	42,8	38,5	43,7	37,5
Dampf:					
mittlerer Ueberdruck	Atm.	9,6	9,5	9,45	10,17
mittlere Temperatur des überhitzten Dampfes	° C.	**280**	—	—	**293**
Kondensat in den Rohrleitungen bis zur Maschine im ganzen	Kilo	119	415	192	24
in v. H. der gesamten Speisewassermenge	v. H.	0,35	1,0	0,74	0,23
Verlust durch Undichtheiten der Dampfleitung	Kilo	—	11,0	3,5	—
Nützlich verbrauchte Dampfmenge	„	34218	41195	25733,5	10679
Erzeugungswärme von 1 Kilo gesättigten Dampfes bei Versuchsverhältnissen	Kalorien	619,0	623,2	618,0	625,0
Erzeugungswärme von 1 Kilo überhitzten Dampfes bei Versuchsverhältnissen	„	666,3	—	—	677,6
Heizgase:					
Temperatur der Heizgase: vor dem Ueberhitzer	° C.	466	—	—	—
im Fuchs	° C.	244	310	351	—
Zugstärke im Fuchs	mm	9,15	11,0	14,9	—
Gehalt der Heizgase an Kohlensäure	v. H.	10,8	12,0	12,07	—
an Sauerstoff	„	8,35	7,0	—	—
Verdampfungsziffer:					
1 Kilo Brennmaterial verdampft bei Versuchsverhältnissen	Kilo	8,94	8,80	8,47	8,12
1 Kilo Brennmaterial gibt nutzbringend ab	Kalorien	5957	5484	5234	5502
Wirkungsgrad des Kessels	v. H.	**78,6**	**71,9**	**68,8**	**72,4**
1 Kilo Brennmaterial von 7500 Kalorien Heizwert würde bei Versuchsverhältnissen verdampfen	Kilo	8,85	8,65	8,36	8,01
1 Kilo Brennmaterial von 7500 Kalorien Heizwert erzeugt aus Wasser von 0° C., in Dampf von 100° C. (637 Kalorien Erzeugungswärme)	„	**9,25**	**8,45**	**8,10**	**8,5**

(Fortsetzung folgt.)

[3]) Hieraus ergibt sich, dass durch die Ueberhitzung bei gleicher Leistung der Dampfmaschine 18,8 v. H. Kohlen gespart wurden.

Die Kühlmaschinen auf der Düsseldorfer Ausstellung.

Von Prof. **Alois Schwarz** in Mähr.-Ostrau.

(Schluss von S. 383 d. Bd.)

Die Firma *Koch & Wellenstein*, Ratingen, hatte eine geschlossene Ammoniak-Kühlmaschine, nach den Patenten von *George F. Knox* gebaut, im Restaurant des Münchener Bürgerbräu ausgestellt.

Diese sogenannte geschlossene Bauart ist aus Fig. 10 und 11 ersichtlich. Der Kondensator ist in einem viereckigen gusseisernen Gehäuse untergebracht, welches gleichzeitig als Fundament für die Maschine dient. Die Kompressoren sind auf dem Deckel dieses Gehäuses montiert und zwar auf einem geschlossenen Kasten, in welchem sich der Antriebsmechanismus befindet. Die Kurbelwelle mit aussen freisitzendem Schwungrad und andererseits der Kurbelscheibe versehen, ist auf dem einen Ende an dem Kondensatorkasten angebracht und treibt mittels der Pleuelstange einen Balanzier an, der in dem Kasten unter den beiden Kompressoren sich befindet. Von diesem aus werden die Kolben durch Kolbenstangen bewegt, welche innerhalb derselben mittels Kugelgelenk befestigt sind. Kurbelwelle, Pleuelstange, Kurbel und Hauptlager für den Balanzier befinden sich in einem geschlossenen Gehäuse, welches mit Oel halb gefüllt ist, so dass sämtliche bewegten Teile dauernd in einem Oelbad laufen. Der Raum unter den Kompressoren steht mit der Saugleitung in Verbindung, und ist die Stelle in dem Gehäuse durch eine Stopfbüchse abgedichtet, in der sie eine oszillierende Bewegung ausführt.

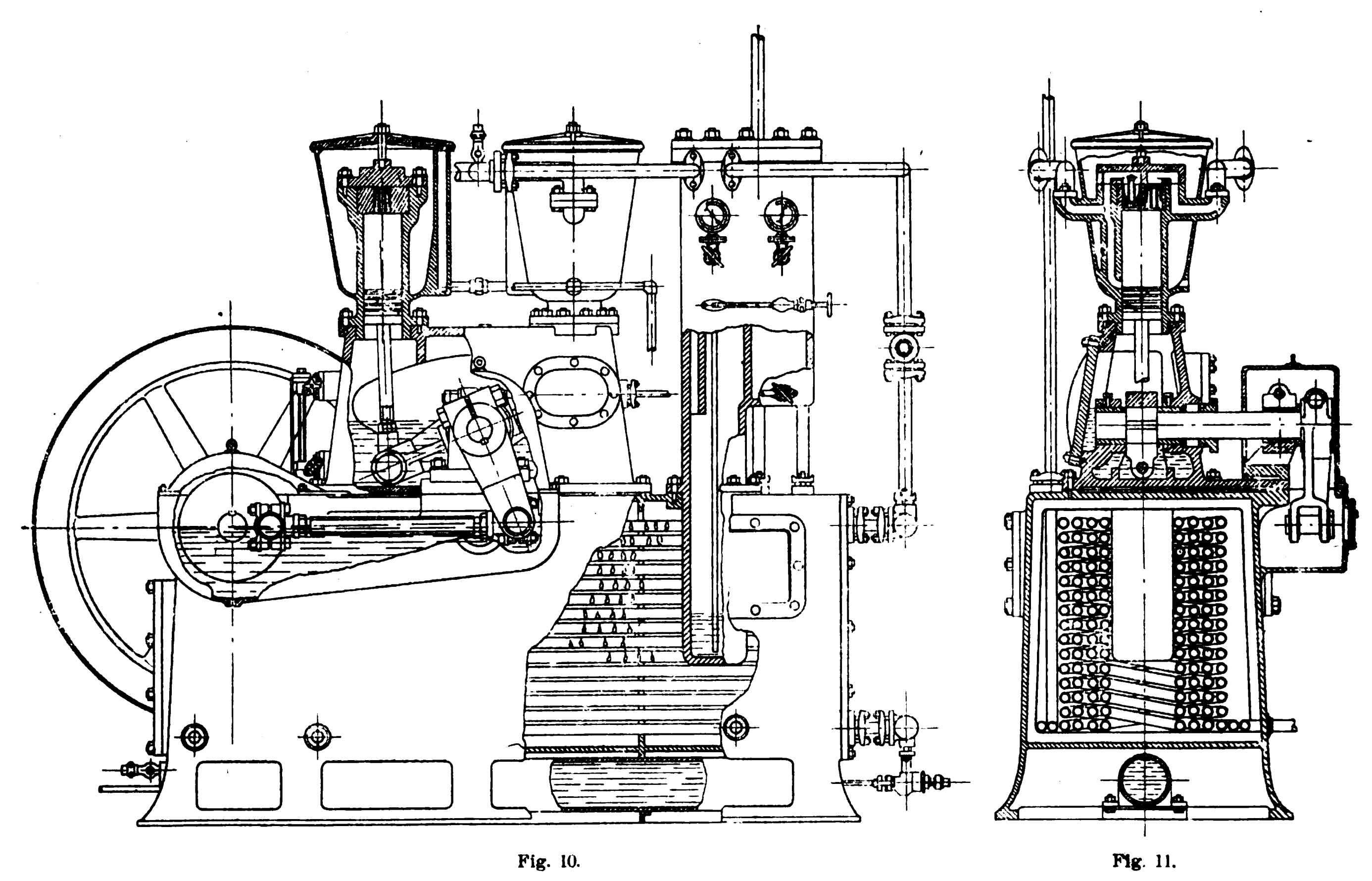


Fig. 10. Fig. 11.

Das Patent der Maschine beruht auf einer Einrichtung zur Abscheidung von Oel und etwa mitgerissenem flüssigen Ammoniak, darin bestehend, dass 2 Kammern rechts von dem Kompressor angeordnet sind, deren eine für das angesaugte Ammoniak, die andere für das komprimierte Ammoniak bestimmt ist. Beide sind durch eine Zwischenwand getrennt, so dass ein Uebertritt der Wärme aus dem komprimierten in das angesaugte Ammoniak stattfindet, wodurch einerseits eine Trocknung der angesaugten Dämpfe, andererseits eine Kühlung der komprimierten Dämpfe erreicht werden soll, wodurch das Abscheiden von Oel und mitgerissenem Ammoniak befördert werden soll. Die Kammer für das komprimierte Ammoniak ragt ausserdem in das Kühlwasser des Kondensators hinein, wodurch eine weitere Kühlung erzielt wird. Eine weitergehende Trocknung des Ammoniaks soll nach dem D. R.-P. 118285 auch noch dadurch erzielt werden, dass die aus dem Verdampfer angesaugten Dämpfe, wie in Fig. 12 dargestellt, durch eine im Kondensator angebrachte Rohrschlange R_1 angesaugt werden.

Fig. 12.

Diese Dämpfe nehmen aus dem Kondensatorwasser Wärme auf, wodurch sie getrocknet, resp. überhitzt werden.

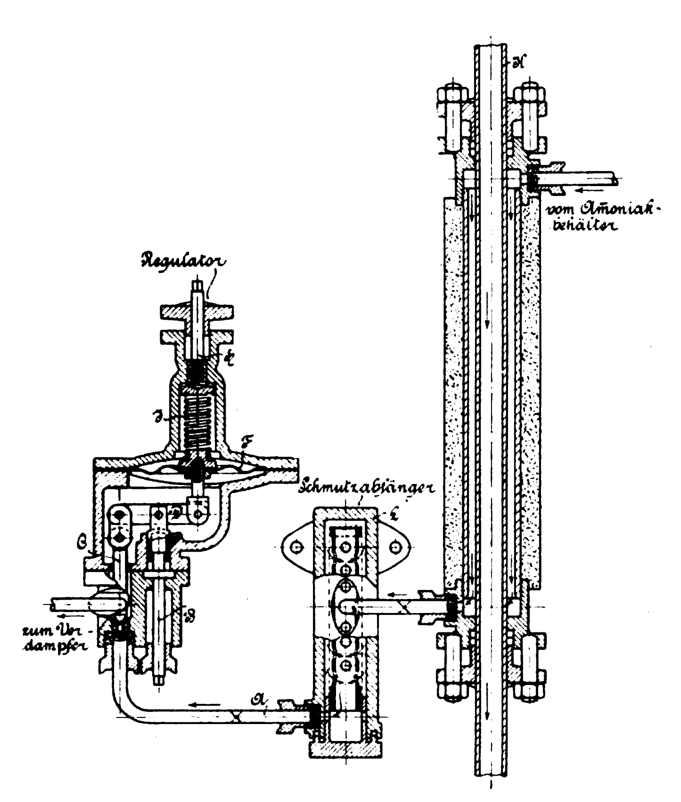


Fig. 13.

Auch bei der ausgeführten Konstruktion (Fig. 10 und 11) ist diese Einrichtung vorgesehen, indem das Saugrohr zunächst in einer Windung durch den Kondensator geführt wird und dann erst in die Saugabteilung der Trockenkammer eintritt.

Für den automatischen Antrieb der Maschine ist ein Regulator angeordnet, dessen patentierte Konstruktion aus Fig. 13 ersichtlich ist.

Der Regulator oder Expansionsdruckregler ist ein Reduzierventil, welches nach einmaliger Einstellung vollständig automatisch den Expansionsdruck regelt und sich nach Stillstand der Maschine selbsttätig schliesst.

Das flüssige Ammoniak tritt, nachdem es mittels eines aus dem Refrigerator zurückkommenden Rohres *K* vorgekühlt ist, den kleinen Schmutzabscheider *L* passiert hat, durch das $^3/_8$ zöllige Rohr *A* in den Regulator ein, wo es durch die von der Spindel *C* gebildete Oeffnung expandiert.

Die Spindel *C* steht mit dem Hebel *D* in Verbindung, und kann mittels der Spindel *B*, die in der Mitte auf den Hebel *D* wirkt, genau eingetellt werden.. Der andere Arm des Hebels *D* ist durch ein Zwischenstück fest mit der Stahlmembranplatte *F* verbunden, die wiederum mittels einer Spindelschraube *H* mit Feder *J* einfürallemal eingestellt ist.

Der Arbeitsvorgang ist nun folgender:

Der flüssige Ammoniak tritt mit einem Drucke von 7 bis 9 Atm. in den Regulator ein, expandiert dort und wird dort, je nach Einstellung der Spindel *C* auf gewünschten Druck reduziert und aufgesaugt.

Bei Stillstand der Maschine wird in den ersten Sekunden vielleicht noch etwas Ammoniak expandiert; sobald aber infolgedessen der Niederdruck zu steigen beginnt, wird die Membranplatte *F* nach oben gedrückt, was eine Bewegung des Hebels *D* zur Folge hat und gleichzeitig die Schliessung der Expansionsöffnung durch Herunterdrücken der Spindel *C* bewirkt.

Nachdem die Maschine wieder in Betrieb und einige Umdrehungen gemacht hat, hebt sich die Spindel *C* wieder vollständig selbsttätig in demselben Augenblick, wo der eingestellte Expansionsdruck wieder erreicht ist. Durch Verstellung des Drehpunktes nach auf- oder abwärts kann die Wirkung der Vorrichtung derart vermindert werden, dass für die Temperatur das gerade notwendige Ammoniakquantum automatisch eingelassen wird. Es kann daher auch nach längerem Stillstand die Maschine in Betrieb gesetzt werden, ohne dass ein Ventil an den Ammoniakleitungen geöffnet werden muss, was für den Betrieb von kleineren Kühlanlagen bei ungeübter Bedienung von grossem Werte ist.

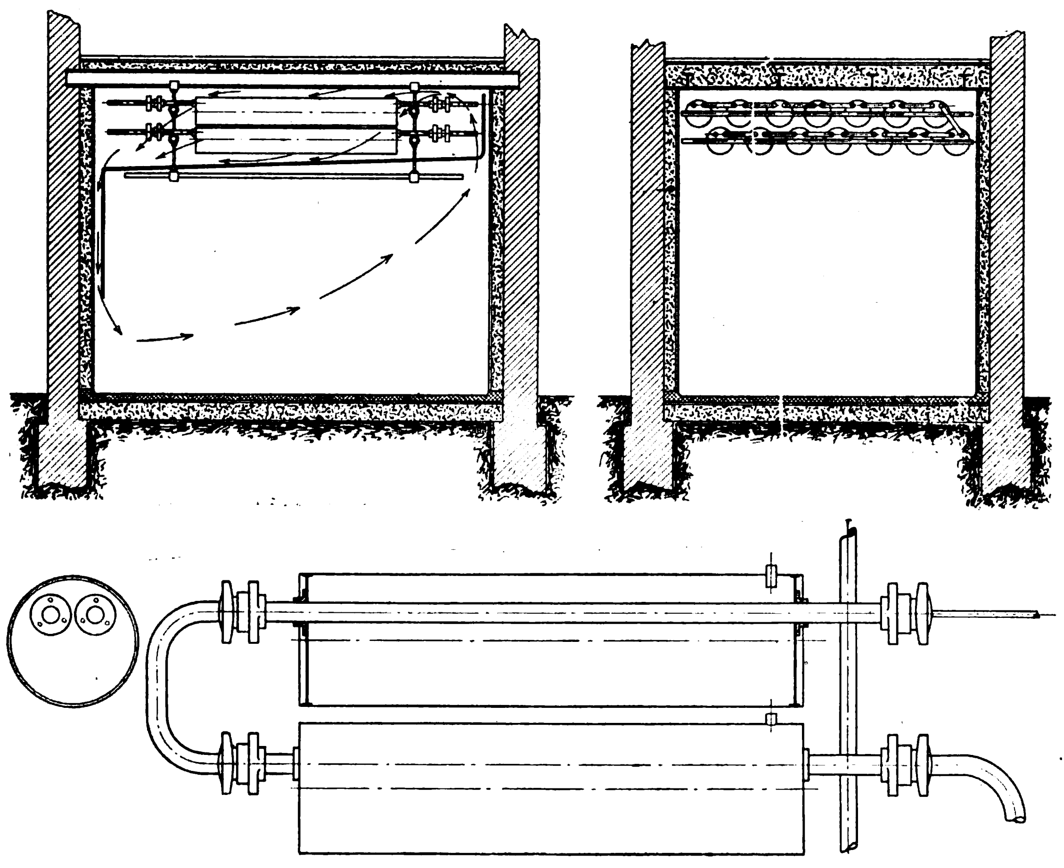


Fig. 14.



Die Kälteakkumulatoren D. R.-P. No. 126 185 sind insofern charakteristisch, als sie in Form von Wellblech oder glatten Röhren einfach über die Expansionsrohre geschoben und beiderseitig mittels Stopfbüchsen abgedichtet werden. Um nun eine möglichst schnelle Abkühlung der im Innern befindlichen Chlormagnesiumlösung zu bewirken, sind die Expansionsröhren excentrisch nach oben durchgeführt, wodurch eine tatsächliche Zirkulation im Innern des Bassins stattfindet; denn die abgekühlte Lösung sinkt zu Boden, während die wärmeren Partien nach oben steigen. Die Einrichtung und Anordnung eines solchen Kälteakkumulators ist aus der Skizze (Fig. 14) S. 407 ersichtlich.

Auf der Ausstellung ist die Maschine in dem Restaurant des Münchener Bürgerbräu am Panorama Caub aufgestellt, wo sie zur Kühlung des Bierkellers und des Vorratsraumes für Lebensmittel verwandt wird. Die Uebertragung der kraft werden etwa $^1/_2$ PS gebraucht. Der Arbeitsvorgang ist der bei den Absorptionsmaschinen übliche mit dem Unterschiede, dass die Bedienung eine besondere Aufmerksamkeit nicht erfordert, weil die Maschine sich selbst reguliert. Zur Beheizung wird kein direkter Dampf erfordert. Wie die ausgestellte Maschine zeigt, ist die Aufstellungsmöglichkeit überall da gegeben, wo Abdampf vorhanden ist und werden in der Regel für eine stündliche Leistung von je 100 kg Eis oder 12000 Kalorien etwa 70 kg am Abdampf gebraucht. Der überschüssige Abdampf geht bei der ausgestellten Maschine durch eine Heizschlange im Warmwasserbassin, wärmt das in der Molkerei nötige Spülwasser an und wird vollständig kondensiert. Die erzeugte Kälte wird benutzt zur Milchkühlung auf dem Berieselungskühler, zur Kühlung des Butterlagers, zur Erzeugung von gefrorener Milch, zu Speiseeis (Vanilleeis etc.) und zu gewöhnlichem

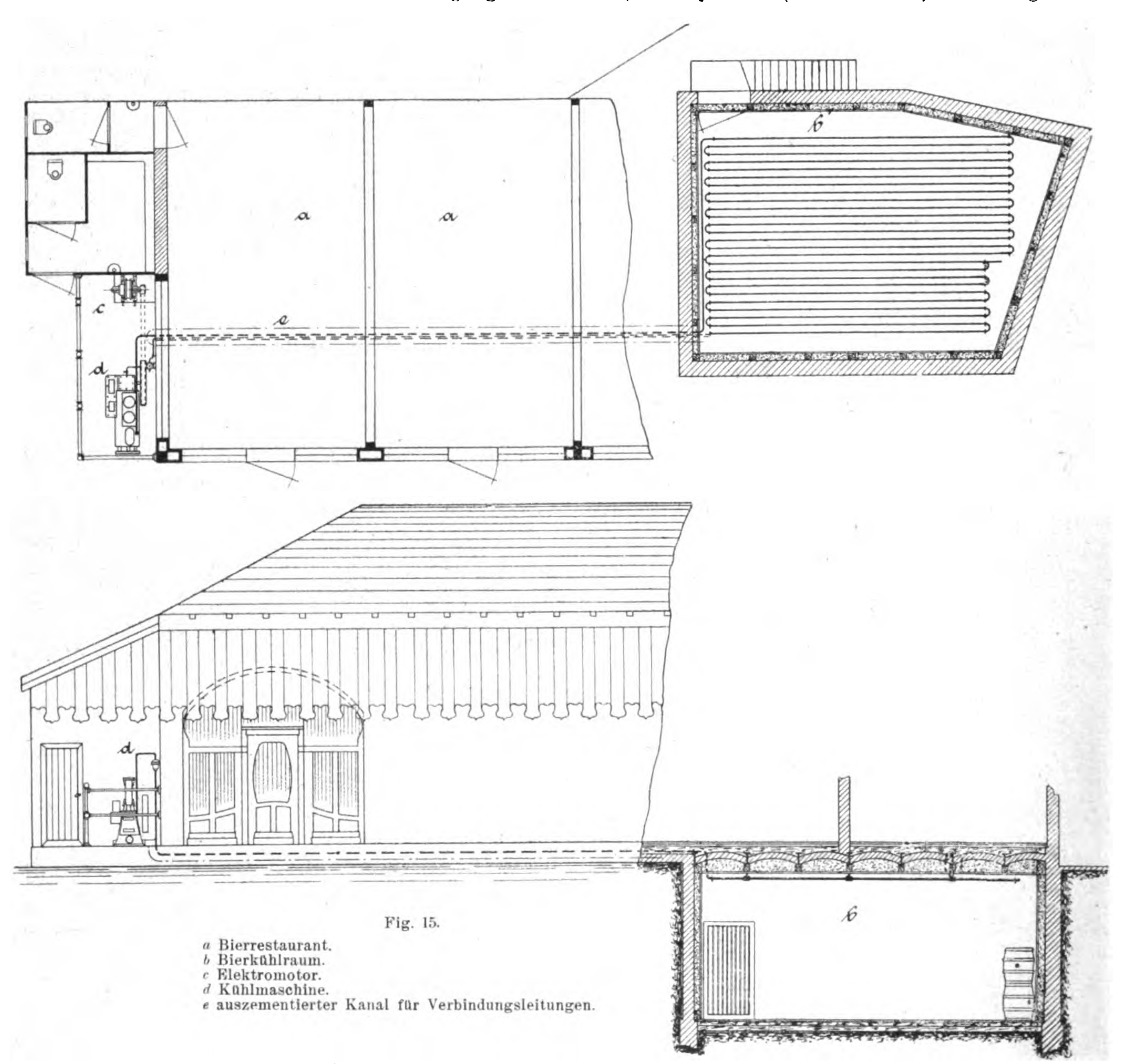


Fig. 15.

a Bierrestaurant.
b Bierkühlraum.
c Elektromotor.
d Kühlmaschine.
e auszementierter Kanal für Verbindungsleitungen.

Kälte in die Luft erfolgt in diesen Räumen durch die erwähnten Verdampfrohre (Fig. 14), in denen das Ammoniak direkt verdampft und welche von Salzwasserbehältern zur Aufspeicherung der Kälte umgeben sind. Die Disposition der vorbeschriebenen Kühlanlagen ist in Fig. 15 dargestellt.

In der Molkerei Sanitas der Ausstellung Düsseldorf ist in einem besonderen Pavillon der Firma *C. Senssenbrenner* in Düsseldorf-Oberkassel eine Absorptions-Eis- und Kühlmaschine neuester Konstruktion, Patent und System *August Osenbrück* ausgestellt mit einer stündlichen Leistung von 12 000 Kalorien oder 100 kg Eis i. d. Stunde. Eine Dampfmaschine von etwa 5 PS treibt die Molkereimaschine an. Der Abdampf dieser Dampfmaschine dient zur Beheizung des Isolierkessels der Kühlmaschine und an direkter Betriebs-

Blockeis. Gegendruck erfährt die Dampfmaschine nicht, was durch eine Abdampfleitung (Zweigleitung) ins Freie bewiesen wird. Trotzdem nämlich das ins Freie führende Ventil der Abdampfleitung geöffnet wird, strömt kein Abdampf ins Freie aus.

Die Maschinenbauanstalt *Humboldt* in Kalk a. Rh. stellte keine vollständige Kühlanlage aus, wohl aber einen neuartigen Ammoniakkompressor mit federnden Klappen, Patent Professor *Gutermuth,* welche Konstruktion als neues Abschlussorgan für Kompressoren, Gebläse und Pumpen verwendet ist, um die Zulässigkeit hoher Tourenzahl bei vollständig sicherem und geräuschlosem Spiel der Klappen vor Augen zu führen.

Die Anlage besteht aus einer liegenden Dampfmaschine

von 260 mm-Zylinderdurchmesser, 520 mm Hub, mit vom Regulator beeinflusster Expansionsschiebersteuerung, System *Rider,* deren durch den hinteren Zylinderdeckel laufende Kolbenstange einen Luftkompressor von ebenfalls 260 mm Zylinderdurchmesser direkt betreibt.

Von einer am hinteren Ende der Schwungradwelle aufgesetzten Kurbel kann ausserdem ein kleiner Ammoniakkompressor von 180 mm Kolbendurchmesser und 440 mm Kolbenhub angetrieben werden.

Die Dampfmaschine zeigt die normale Konstruktion der von dem Werke in zahlreichen Ausführungen hergestellten kleineren Dampfmaschinen mit Schiebersteuerung, auf deren Einzelheiten hier nicht näher eingegangen werden soll.

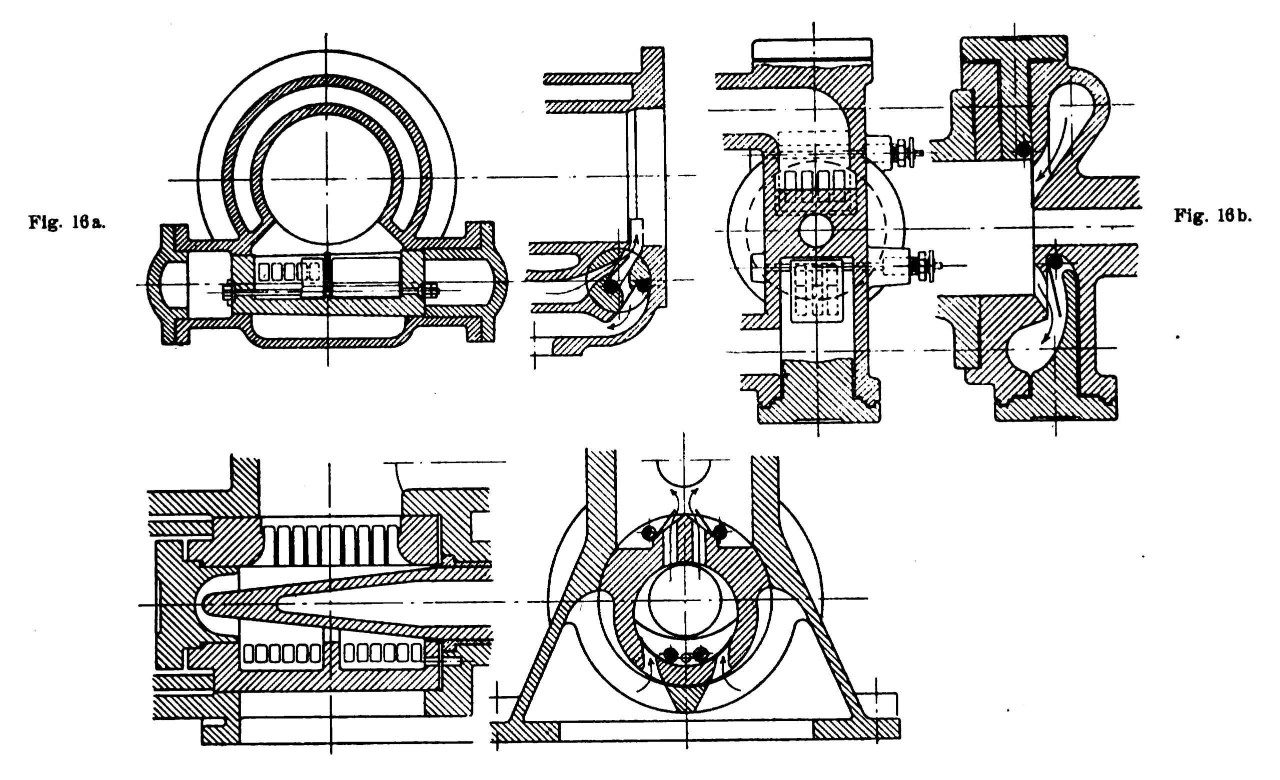
Die beiden Kompressorzylinder zeigen als Neuheit zwei verschiedene Anordnungen der federnden Klappen, Patent *Gutermuth,* nebst ihren Sitzen, welche in Nachstehendem näher beschrieben sind.

Der Hub der Klappe ist unabhängig von deren Federspannung und nur durch Form und Dicke des im Sitz fertig gebildeten Flüssigkeitsstrahles bedingt. Die grösste Durchflussgeschwindigkeit hängt nur vom Sitzquerschnitt und der Durchflussgeschwindigkeiten können daher ein mehrfaches der seither üblichen betragen, ohne grössere Gesamtdruckhöhenverluste zu erzeugen, als bei Ventilen mit rechnerisch geringen Durchflussgeschwindigkeiten. Die Sitzquerschnitte lassen sich bedeutend kleiner und die Sitze daher widerstandsfähiger als bei Ventilen ausführen.

Das Klappenspiel ist infolge des Fortfalles von Führungen ein absolut zuverlässiges und ein Klemmen oder Hängenbleiben des Organs ist vollständig ausgeschlossen.

Infolge der Herstellung der Abschlussplatte und Feder aus einem einzigen Blechstreifen ist nicht nur das denkbar billigste Abschlussorgan geschaffen, sondern sind auch die Grundbedingungen erfüllt, welche hinsichtlich kleinstmöglicher Masse der Abschlussorgane, Zuverlässigkeit des Spieles und Einfachheit der Strömungsverhältnisse, die Beherrschung beliebig hoher Umrechnungszahl stellt.

Infolge dieser Verhältnisse ist das Spiel der Klappen vollkommen stossfrei und geräuschlos. Die Erreichung einer gewissen Umdrehungszahl bei Pumpen, Kompressoren und Gebläsen ist nicht mehr wie seither von der konstruktiven Ausbildung der Abschlussorgane abhängig, sondern bei Anwendung der federnden Klappen nur vom Maschinentriebwerk.


Fig. 16a. Fig. 16b. Fig. 16c.

Kolbengeschwindigkeit ab, während die Federspannung darauf keinen massgebenden Einfluss nimmt. Die Klappe legt sich einfach auf den im Sitz fertig gebildeten Strahl auf und nähert sich für die Schlussbewegung in dem Masse dem Sitze, wie die austretende Flüssigkeitsmenge mit der Kolbengeschwindigkeit gegen Hubende sich vermindert.

Ein Zurückbleiben der Klappe ist dabei ausgeschlossen, sie muss dem mit abnehmender Flüssigkeitsmenge sich abschwächenden Strahle folgen und daher rechtzeitig sich schliessen.

Die Federspannung ist nahezu unabhängig von dem, für die Durchflussgeschwindigkeit erforderlichen Ueberdruck und hat wesentlich nur die Beschleunigungskraft, welche für die Klappenbewegung nötig ist, zu liefern.

Werden die Sitze aus genügend schmalen Gittern konstruiert, so können die Klappen aus so dünnen Blechen hergestellt werden, dass selbst für 50 Atm. und darüber 1 mm-Blechstärke ausreichen würde. Durch grössere Blechdicke an der Auflagefläche der Klappe oder garnieren derselben mit dünnen Blechen ist ausserdem beliebig hohen Drucken zu begegnen.

Die Führung des Flüssigkeitsstromes erfolgt bei der Klappe in der einfachsten und vollkommensten Art, ohne empfindliche Richtungswechsel und Kontraktionsverluste. Die

In der Skizze Fig. 16a—c ist die Anwendung der federnden Klappen dargestellt:

a) Für den ausgestellten Luftkompressionszylinder, bei welchem unterhalb des Zylinders 2 Klappensitze von leicht konischer Form in entsprechende, beiderseits mit Deckeln verschliessbare Oeffnungen eingesetzt sind. Jeder Sitz trägt eine Garnitur Saug- und Druckplatten, welche aus dünnen Stahlblechen hergestellt sind. Das hintere Ende ist spiralförmig gewickelt und auf einen mit Längsnute versehenen Rundstab gesteckt; welcher ermöglicht, die Federspannung je nach Bedürfnis einzustellen.

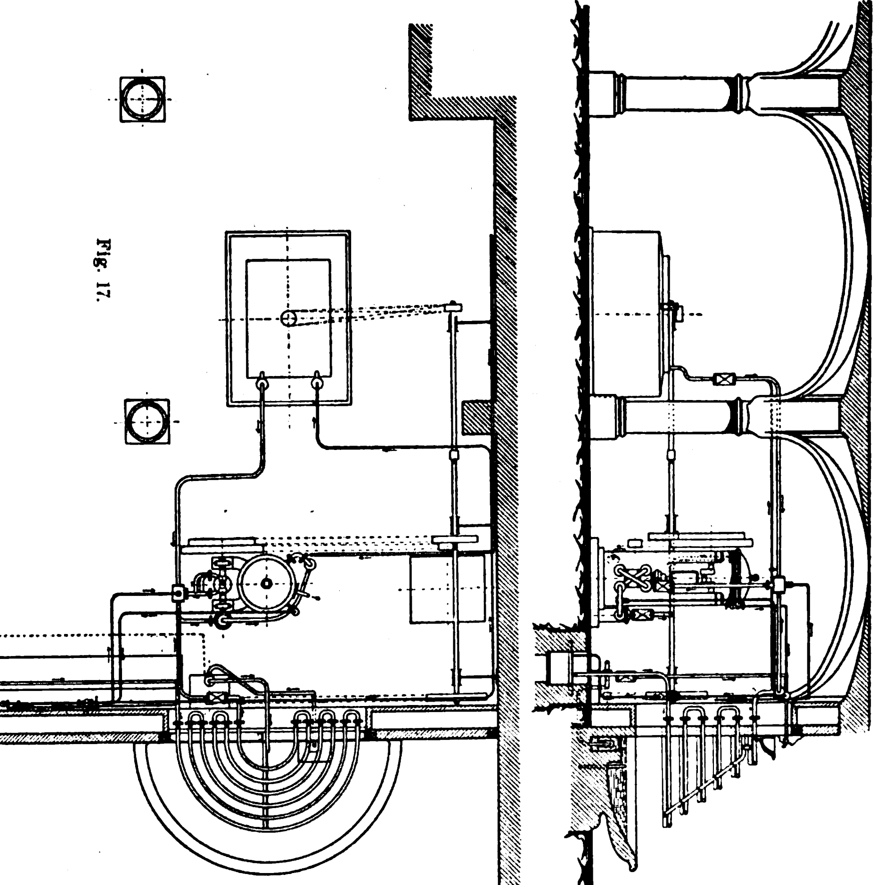
Wie ersichtlich, folgt die Durchströmung der Sitze ohne wesentliche Ablenkung des Luftstrahles, die Klappen schweben frei über demselben und schliessen sich mit abnehmender Geschwindigkeit des Stromes sicher und geräuschlos;

b) für den ausgestellten Ammoniakkompressor; in diesem Falle sind die Klappensitze behufs Erzielung möglichst kleiner schädlicher Räume in die Zylinderdeckel verlegt und die Klappenspindeln senkrecht angeordnet. Besondere kleine Deckel, welche zu beiden Seiten des Zylinderdeckel angebracht sind, ermöglichen eine bequeme Zugänglichkeit der Klappen.

Die dritte Skizze *c* veranschaulicht die Verwendung der federnden Klappen an einer Wasserhaltungsmaschine.

Die Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, Wiesbaden, hat für die Ausstellung der Sektkellerei von Deinhard & Co., Koblenz, eine Kühlmaschine und zugehörige Apparate zum Betriebe eines Degorgierapparates geliefert.

Die Wirkungsweise der ausgestellten kleinen Kühlmaschine beruht auf der Verdampfung und Wiederverdichtung von reinem, flüssigen Ammoniak. Der Kompressor, eine eigenartig konstruierte Saug- und Druckpumpe, saugt immerwährend die in den Verdampferspiralen sich bildenden Dämpfe an, presst diese Dämpfe in die aus einem Stück geschweisste Kondensatorspirale, wo sich dieselben unter Einwirkung des Druckes und des Kühlwassers wieder zu flüssigem Ammoniak verdichten. Diese

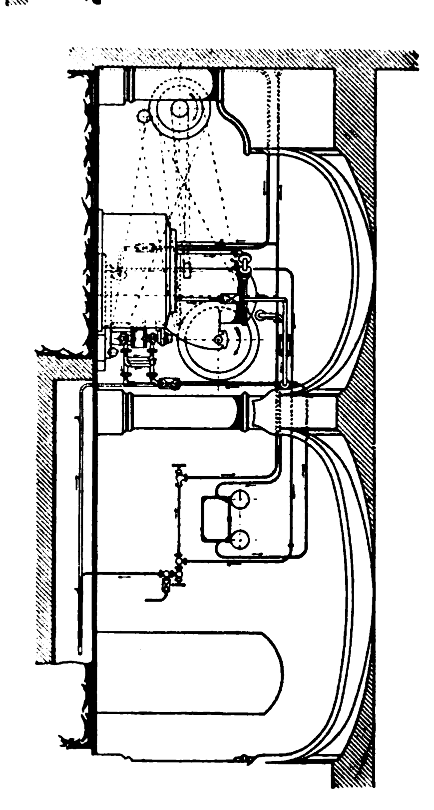


ganz in Kühlwasser liegende Kondensatorspirale ist in dem geschlossenen gusseisernen Gefässe untergebracht, an welchem der Kompressor angeschraubt ist. Aus diesem Kondensator gelangt das flüssige Ammoniak von neuem in die Verdampferspirale, welche sich in dem nach dem *Walfard*schen Verfahren konstruierten Degorgierapparat befindet, und kühlt dort durch sein Verdampfen eine nicht gefrierende Flüssigkeit auf 15 bis 20° C. unter Null ab. In dieses Kältebad werden die Schaumweinflaschen, in deren Halse sich die bei der Flaschengährung abgesonderte Hefe unmittelbar über dem Kork abgelagert hat, mit dem Hals nach unten gekehrt, so tief eingetaucht, dass die Kälteflüssigkeit etwa 1—2 *cm* über dem Halswulst steht. Nach einigen Minuten gefriert der im eingetauchten Halsteil befindliche Wein unter Bildung eines kleinen Eispfropfens. Man kann nun die Flasche ruhig mit dem Halse nach oben aufrichten, ohne dass der Hefeabsatz (Trub), welcher sich zwischen dem Kork uud dem Eispfropfen befindet, wieder in den Wein hinabzusinken vermag. Löst man nun die Ueberschnürung resp. Agraffe, so wird der in Folge der Kälte stark susammengeschrumpfte Kork mit dem Hefeabsatz und dem kleinen Eispfropfen durch den in der Flasche herrschenden Gasdruck aus dem Flaschenhals hinausgetrieben. Auf diese Weise wird die Hefe mit vollständiger Zuverlässigkeit, Reinlichkeit und ohne nennenswerten Verlust an Kohlensäure und Bouquet aus den Flaschen entfernt.

Soweit die kleine Kühlmaschine nicht für den Degorgierapparat gebraucht wird, dient dieselbe noch zum Kühlhalten eines unter dem Buffet stehenden Flaschenschrankes und zum Kühlhalten von Brunnenwasser, welches über einen kaskadenartigen Bau herunterfliesst. Die Disposition dieser Anlage ist in der Skizze (Fig. 17) dargestellt.

Die Firma *Kleine, Neuschäfer & Co.*, Schwelm in Westf. hat eine Ausstellungsanlage, welche zur Kühlung der Vorratsräume des Hauptrestaurants dient.

Die gekühlten Vorratsräume, die Maschinenanlage, der Fleischverarbeitungsraum und ausserdem noch andere Vorratsräume sind in einem Holzbau untergebracht. Es sind zwei Kühlräume mit einem kleinen Vorraum eingerichtet, welche mit Röhrenkühlung versehen sind. In den Kühlröhren wird



die Kohlensäure direkt zur Verdampfung gebracht und kühlt dadurch die Luft ab. In dem kleineren Raum ist die Kühlfläche verhältnismässig viel grösser gemacht, wie in dem grösseren Kühlraum, und kann darin infolgedessen eine Temperatur unter Null hergestellt werden. Der kleine Raum wird zur Aufbewahrung von Wild, Geflügel und Fischen benutzt,



während in dem grösseren Kühlraum das frische Fleisch, Gemüse und Obst aufgestapelt wird.

Zwischen dem Kühlraum und dem Maschinenraum ist die Fleischerei angeordnet und werden deren Arbeitsmaschinen

Der Kompressor hat einen Zylinder von 55 *mm* Durchmesser und 160 *mm* Hub. Er leistet normal bei 85 Touren 6000 Cal. in der Stunde. Derselbe ist in Fig. 18 photographisch abgebildet.

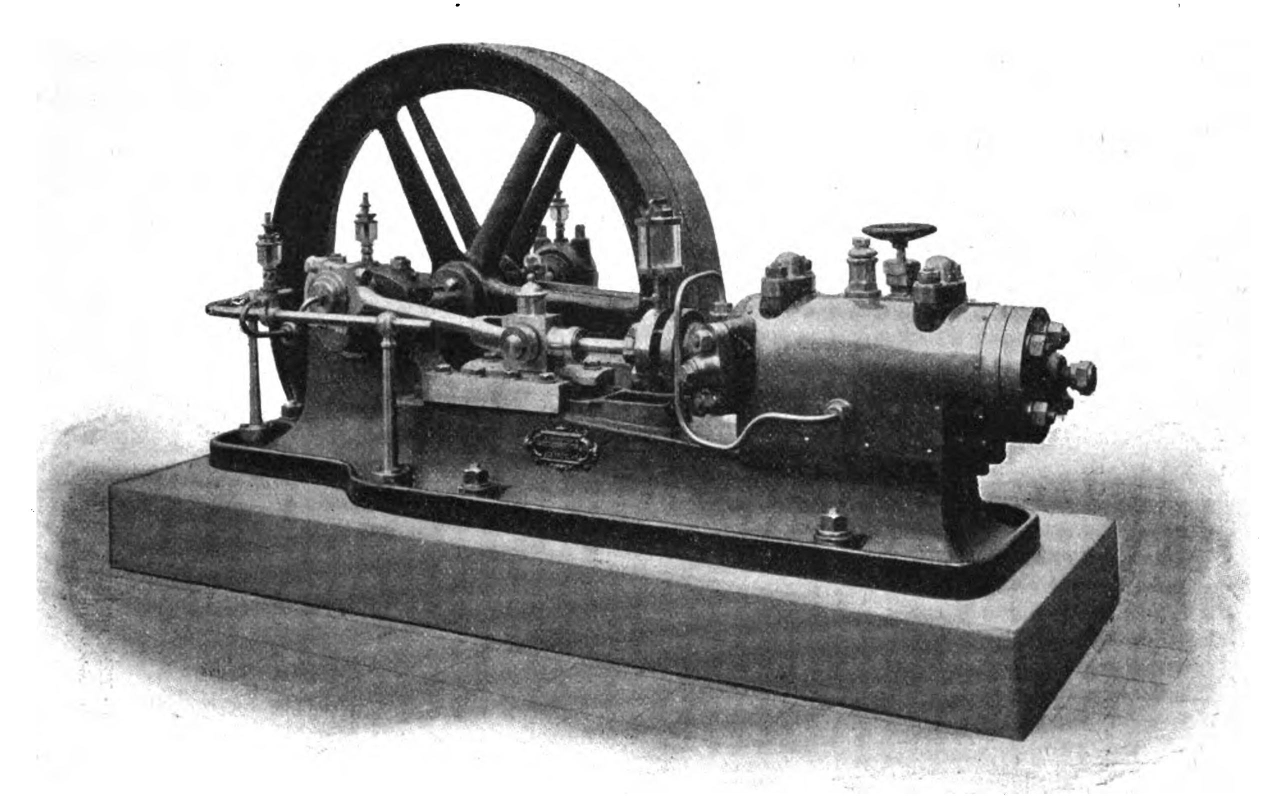


Fig. 18.

vom Transmissionsvorgelege der Kühlanlage gleichzeitig angetrieben.

Die Kühlmaschine besteht aus einem Kohlensäure-Compressor, einem runden Tauchkondensator, einem Eisgenerator, der im Maschinenhaus mit aufgestellt ist und den beiden Verdampfern mit direkter Expansion in den beiden Kühlräumen.

Der Antrieb der gesamten Anlage erfolgt durch einen Elektromotor, welcher das Vorgelege an der Decke antreibt.

Die Saugleitungen von den drei Verdampfersystemen sind nach einem Siebtopf geführt, welcher als Sammelstück dient und aus welchem der Kompressor die gebildeten Kohlensäuredämpfe ansaugt.

Die Regulierung der dem Verdampfer zuströmenden flüssigen Kohlensäure erfolgt durch drei getrennte Regulierventile.

Das Induktorium von J. Ed. Ives.

Das Induktorium besteht, nach Electrical World and Engineer, aus einer primären und einer sekundären Wicklung, einem Unterbrecher und einem Kondensator. In Fig. 1 ist

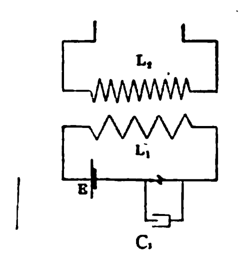


Fig. 1.
Schaltungsschema.

Fig. 2.
Kurve des oszillierenden Stromes.

L_1 und L_2 die Selbstinduktion der primären bezw. sekundären Spule, C_1 die Kapazität des parallel zum Unterbrecher geschalteten Kondensators und E die elektromotorische Kraft der primären Stromquelle.

Um sekundär möglichst grossen Spannungsunterschied zu erhalten, muss man den Kondensator so wählen, dass am Unterbrecher kein Funken auftritt. Nach der Stromunterbrechung entsteht in der primären Spule ein oszillierender Strom, dessen Periodenzahl abhängt von der Selbstinduktion der primären Spule und von der Kapazität des Kondensators. Fig. 2 stellt graphisch diesen oszillierenden Strom dar, bei langsam arbeitendem Unterbrecher. Bei *a* wird der primäre Strom geschlossen, er wächst an bis zu einem höchsten Werte bei *b*, wo der Strom unterbrochen wird; nun kommt der oszillierende Strom, der immer schwächer wird und bei *c* ganz aufhört. Die Periodenzahl dieses oszillierenden Stromes ist annähernd gegeben durch die Beziehung

$$T = 2\pi . \sqrt{L_1 C_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 1.)$$

Daraus erkennt man, dass der Kondensator die Ursache des oszillierenden Stromes ist. Dieser Wechselstrom nun induziert in der sekundären Spule eine elektromotorische Kraft, die um so grösser ist, je rascher die Schwankungen erfolgen. Mit zunehmendem Kondensator werden aber die Kurven flacher; deshalb darf man nur so viel Kapazität einschalten, dass kein Funken an dem Unterbrecher auftritt.

Lord *Rayleigh* (Philosophical Magazine, Bd. II, 1901, S. 581—594) hat durch Versuche nachgewiesen, dass man den Kondensator entbehren kann, wenn man den primären Strom plötzlich unterbrechen kann. Der Kondensator muss also einen möglichst raschen Stromabfall bewirken und verhüten, dass am Unterbrecher Funken auftreten, da über die Funkenstrecke noch Strom fliesst, und demnach die Stromabnahme langsam erfolgt.

Das Feuern am Unterbrecher hat seinen Grund nicht in der verhältnismässig kleinen Spannung der Batterie, sondern in der primär induzierten elektromotorischen Kraft. Die Grösse der sogenannten günstigsten Kapazität, die sekundär die längste Funkenstrecke ergibt, ist abhängig von dem primären Strom und den Konstanten der primären Spule, also der Selbstinduktion, dem Widerstand und dem Widerstand der Zuleitungen zum Kondensator. Für veränderlichen Strom muss auch der Kondensator veränderlich sein.

Die sekundäre Spannung ist abhängig von dem primären Strom, von der primären und sekundären Selbstinduktion und von der primären und sekundären Kapazität. Letztere liegt in der Spule selbst und ist über die ganze Länge derselben verteilt.

Vernachlässigt man die Dämpfung durch den Widerstand der Spulen, so erhält man als allgemeine Gleichung für die sekundäre Wechselspannung

$$V_2 = \frac{J_0 M}{L_2 C_2 - L_1 C_1} \cdot \left(\sqrt{L_2 C_2} \sin \frac{t}{\sqrt{L_2 C_2}} - \sqrt{L_1 C_1} \sin \frac{t}{\sqrt{L_1 C_1}} \right) \quad . \; . \; . \quad 2.)$$

Dabei ist

V_2 = sekundäre Spannung
J_0 = primärer Strom
M = gegenseitige Induktion
C_2 = sekundäre Kapazität
L_1, L_2 und C_1 haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 1.

Die sekundäre Kapazität ist bei allen Induktorien, selbst bei ganz grossen, so klein, dass man das Produkt $L_2 C_2$ vernachlässigen kann. Unter dieser Voraussetzung wird

$$V_2 = \frac{J_0 \, . \, M}{\sqrt{L_1 C_1}} \sin \frac{t}{\sqrt{L_1 C_1}} \quad . \; . \; . \quad 3.)$$

Vernachlässigt man die magnetische Streuung, indem man annimmt, dass bei guten Induktionen alle Kraftlinien der primären Spule die sekundären Windungen schneiden, so ist

$$M = \sqrt{L_1 L_2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 4.)$$

und

$$V_2 = J_0 \, . \, \sqrt{\frac{L_2}{C_1}} \sin \frac{t}{\sqrt{L_1 C_1}} \quad . \; . \quad 5.)$$

Die grösste sekundäre Spannung und damit die Schlagweite ist gegeben durch

$$V_{2max} = J_0 \, . \, \sqrt{\frac{L_2}{C_1}} \quad . \; . \; . \; . \quad 6.)$$

Sie ist direkt proportional der primären Stromstärke vor der Unterbrechung, direkt proportional der Quadratwurzel aus der sekundären Selbstinduktion und indirekt proportional der Quadratwurzel aus der primären Kapazität. Unabhängig ist sie von der primären Selbstinduktion.

Gleichung 6.) ist neuerdings durch Versuche bestätigt worden durch *Klingelfuss* (Annalen der Physik, Bd. 5, 1901, S. 837—871). Darnach gilt für Induktorien mit Schlagweiten bis zu 1 m,

1. Die sekundäre Spannung ist direkt proportional der sekundären Windungszahl.
2. Die primär induzierte elektromotorische Kraft ist proportional dem primären Strom.
3. Die sekundär induzierte elektromotorische Kraft ist proportional dem primären Strom.

Theoretisch kann man die sekundäre Spannung beliebig steigern durch Verkleinern der primären Kapazität. Praktisch ist dem eine Grenze gesetzt durch das Feuern an der Unterbrechungsstelle.

Die in der primären Spule induzierte elektromotorische Kraft kann ebenso wie die sekundäre berechnet werden. Ihr höchster Betrag ist gegeben durch

$$V_{1max} = J_0 \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \quad . \; . \; . \; . \quad 7.)$$

Angenähert gilt für Induktorien auch die Transformatorformel

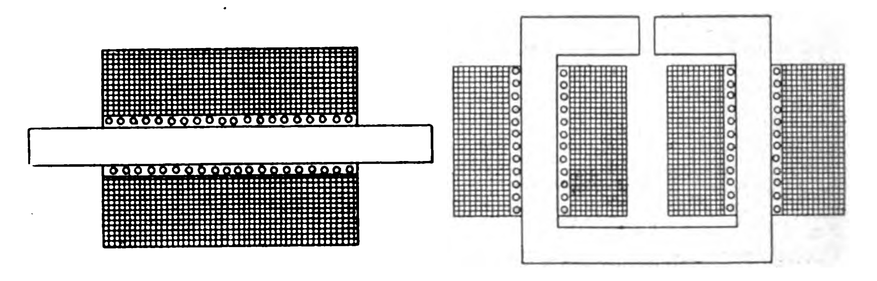


Fig. 3. Gerades Induktorium.

Fig. 4. Hufeisenförmiges Induktorium.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 8.)$$

wenn n_1 und n_2 die primäre bezw. sekundäre Windungszahl ist. Kennt man daher J_0, L_1, C_1, n_1, n_2, so lässt sich aus Gleichung 7.) V_1 und aus Gleichung 8.) V_2 berechnen.

Die Bestimmung der Selbstinduktion einer Spule mit Eisen stösst auf Schwierigkeiten, da die Permeabilität mit der Grösse des Stromes sich ändert. Gewöhnlich macht man eine Bestimmung bei kleinem Strom und eine bei dem grössten Strom und nimmt dann einen Mittelwert.

Klingelfuss arbeitete mit zwei Arten von Induktorien, dem gewöhnlichen geraden Induktorium (Fig. 3) und dem hufeisenförmigen (Fig. 4).

Durch Veränderung der sekundären Windungszahl erhielt er Ergebnisse, die in Fig. 5 graphisch aufgetragen sind.

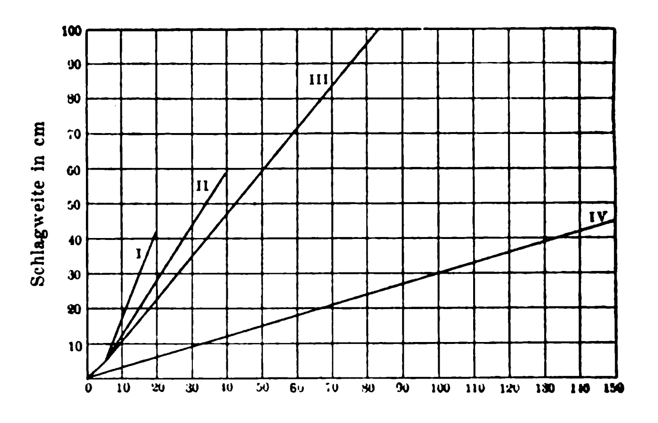


Fig. 5. Abhängigkeit der Schlagweite von der sekundären Windungszahl

Kurve I zeigt die Ergebnisse für ein hufeisenförmiges Induktorium, Kurve II für ein gerades Induktorium mit einem Kern von grossem Querschnitt, Kurve III für ein gerades Induktorium mit einem Kern von quadratischem Querschnitt aus schwedischem Eisen, 0,5 cm stark (das Verhältnis einer Quadratseite des Querschnitts zur Länge des Kerns war 1 : 20). Kurve IV für ein Carpentier-Induktorium mit einer grössten Schlagweite von 55 cm. Der Unterbrecher war von Hand betätigt und bestand aus einem amalgamierten Kupferdraht, der in mit Petroleum bedecktes Quecksilber eingetaucht wurde. Die sekundäre Funkenlänge

wurde gemessen zwischen einer abgestumpften + Spitze und einer — Platte. Die Kurven in Fig. 5 zeigen:

1. Das hufeisenförmige Induktorium ist wirksamer als das gerade, es kann aber nicht für hohe Spannungen angewandt werden, da die Isolierung nicht durchzuführen ist.

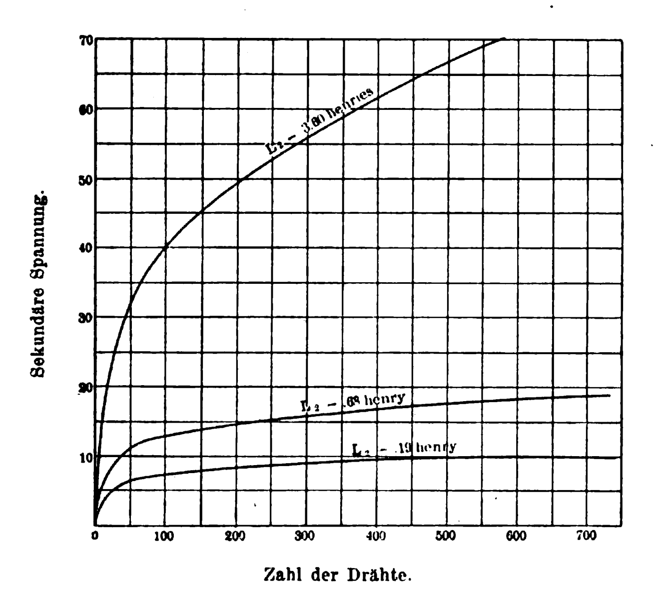


Fig. 6. Einfluss der Drahtzahl im Kern.

2. Mit zunehmendem Eisen wächst die sekundäre Spannung. (Fig. 6 zeigt die Abhängigkeit der sekundären Spannung von der Zahl der Eisendrähte im Kern bei verschiedenen Selbstinduktionskoeffizienten).

3. Ein Induktorium von verhältnismässig wenig sekundären Windungen kann, wenn die günstigsten Verhältnisse gewählt sind, sehr lange Funken geben.

Fig. 7 zeigt die Abhängigkeit der Schlagweite von der Grösse des Kondensators bei gleichem Strom. Mit zunehmender Kapazität steigt die Schlagweite rasch an, bis zu einem Höchstmass, um dann langsam wieder abzunehmen.

Die günstigste Form für ein Induktorium ist die Gerade mit einem langen Kern, der auf beiden Seiten etwa 10 cm über die sekundäre Spule hinausragt, um die sekundären Drähte voll auszunutzen. Die Zahl der Kraftlinien, welche die sekundäre Spule schneiden, ist nämlich in der Mitte grösser als am Ende.

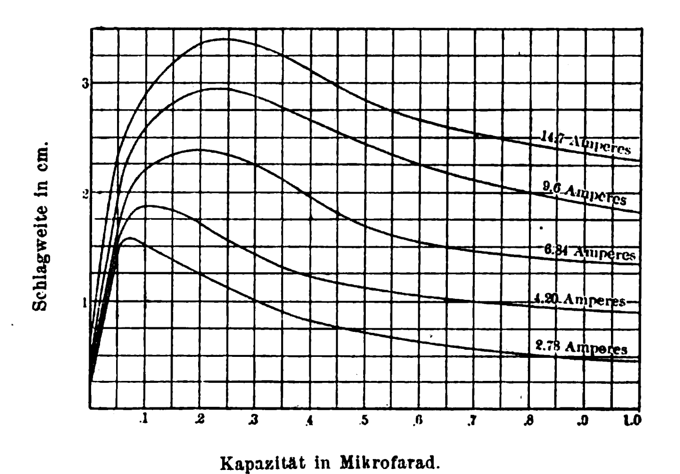


Fig. 7. Einfluss des Kondensators

Angaben über die Drahtlänge, die nötig ist für eine bestimmte Schlagweite, sind ganz unzuverlässig, da die sekundäre Spannung abhängt von dem Durchmesser der sekundären Spule, von den Eigenschaften des Kerns und des Unterbrechers.

Das einzige Mittel, sich bestimmte Kenntnisse von den Eigenschaften eines Induktoriums zu verschaffen, ist die Messung der sekundären Selbstinduktion, des primären Stromes und des Kondensators; daraus kann nach Gleichung 6.) die sekundäre Spannung berechnet werden.

Erster Bericht über den V. Internationalen Kongress für angewandte Chemie.

(Fortsetzung von S. 400 d. Bd.)

Chemische Industrie der anorganischen Produkte.

Sektion II.

Von weiteren Vorträgen in Sektion II ist zunächst derjenige von *C. Weigelt* aus Berlin: *„Beiträge zur chemischen Selbstreinigung der Gewässer“* zu erwähnen. Der Vortragende wies darauf hin, dass vielfach bei Berechnungen über eine etwa eintretende Schädlichkeit von Abwässern ein Verfahren üblich sei, wobei man die ganze verfügbare Wassermenge des Flusslaufes einfach durch die Menge des Abwassers dividiere und so die sich ergebende Verdünnung des letzteren berechnet zu haben glaube. In Wirklichkeit trete jedoch eine derartige Vermischung von Flusswasser und Abwasser oft erst viele Kilometer unterhalb der Einlaufsstelle des letzteren ein, während bis dahin Strömungen von ganz verschiedener Beschaffenheit im Flussbett nebeneinander herliefen. Die in das Flusswasser gelangenden Abwässer bildeten in Wirklichkeit zunächst einen Halbkegel, dessen Halbmesser in seinem grössten Querschnitte von der Tiefe des Wassers abhänge, während seine Länge durch die Stromgeschwindigkeit gegeben sei, sodass er also bei grosser Stromgeschwindigkeit sich stark verlängere. Von da ab bildet die so eingetretene Mischung von Flusswasser und Abwasser einen Halbzylinder, der sich nur recht langsam mit dem übrigen Wasser vermische. Die günstigsten Bedingungen zur Bildung eines möglichst grossen derartigen Mischungsquerschnittes seien gegeben, wenn man die Abwässer in der *Mitte* des Stromlaufes diesem zuführe. Eine hohe Konzentration der Abwässer wirke verzögernd auf die Durchmischung ein.

Abwässer, die anorganische Produkte, insbesondere Säuren gelöst enthielten, könnten durch entsprechende Verdünnung gänzlich unschädlich werden. Zunächst komme hier die Säurebindungsfähigkeit der Flusswässer in Betracht, die von deren Gehalt an Kalk und Magnesia abhänge und nicht zu unterschätzen sei. Diese sei so gross, dass z. B. der Rhein bei Köln, gleichmässige Verteilung der Abwässer in ihm vorausgesetzt, mehr als die ganze Schwefelsäureproduktion Europas ohne schädliche Wirkung in sich aufnehmen könne.

Auch die Spree sei imstande, unter diesen, allerdings praktisch nicht zu verwirklichenden Bedingungen 40 000 kg Schwefelsäureanhydrid am Tage aufzunehmen, ohne sauer zu werden. Tatsächlich könne die Spree indessen bei Einführung des Abwassers in die Mitte des Flusslaufes 3000 kg Schwefelsäureanhydrid täglich bewältigen.

Ueber die alkalischen Abwässer seien Untersuchungen noch im Gange. In bezug auf Salzlösungen hat sich der Vortragende namentlich mit dem Einflusse von Eisensalzen beschäftigt, und zwar ausgehend von der Tatsache, dass ein Werk am Rhein *täglich* Abwässer in diesen entlasse, die 80 000 kg Eisenvitriol oder 16 000 kg Eisen enthielten. Auch diese bedeutende Menge von Eisen werde von dem Wasser mit Leichtigkeit bewältigt, indem die säurebindende Kraft des Wassers im Verein mit dem darin enthaltenen Luftsauerstoff das Eisen alsbald ausfälle.

Das Verhalten der Fische gegen die Einlaufsstellen

solcher Lösungen sei derart, dass auch hier eine Gefahr ausgeschlossen sei, da die Tiere diese Stellen zu meiden pflegen.

Auf die biologische Seite der Selbstreinigung ging der Redner nicht ein, da es ihm nur darum zu tun war, nachzuweisen, dass gerade die Abwässer chemischer Fabriken weit weniger schädlich seien, als man annehme, und in den meisten Fällen sogar als ganz unschädlich bezeichnet werden könnten.

Es folgte dann ein Vortrag von *F. Fischer* aus Göttingen: „*Ueber Wasserreinigungsanlagen*". Der Vortragende wies darauf hin, dass man Wasser nur dann und insoweit reinigen müsse, wenn reines Wasser wirklich nötig sei, und die darin enthaltenen Bestandteile dem Gebrauchszwecke des Wassers entgegenständen. Von dieser Grundforderung aus seien die Vorschläge und Anlagen zur Wasserreinigung zu beurteilen. Die Vorarbeiten hierzu hätten sich auf einer möglichst genauen Analyse des betreffenden Wassers aufzubauen, die viel schwieriger sei, als man denke, und nur von einem wirklichen Fachmann ausgeführt werden dürfe. Namentlich gelte dies von der Grundlage der ganzen Untersuchung, nämlich von der Entnahme einer richtigen Durchschnittsprobe, zu welchem Zwecke man am besten 24 Stunden lang alle 5 Minuten eine Probe des betreffenden Wassers entnehme. Anderenfalls erhalte man stets falsche und meistens *viel zu hohe* Ergebnisse, da man vereinzelte Proben meist gerade zu einer Zeit entnehme, wo das Wasser besonders unrein sei. Die früher als allein massgebend betrachtete Bakterienzahl sei glücklicherweise bei der Beurteilung des Wassers selbst in medizinischen Kreisen wieder etwas in Misskredit gekommen.

Der Redner ging dann kurz auf die Besprechung einzelner Anlagen zur Wasserreinigung ein und bemerkte, dass das Filtrieren von Wasser nur ein Notbehelf sei, dass dagegen unter Umständen blosses Absitzenlassen oft gute Dienste tue. Für die Technik komme einmal die Enteisenung, sodann die Befreiung von Kesselstein bildenden Stoffen in Betracht. In erster Hinsicht sei eine Durchmischung des Wassers mit Luft zu empfehlen, wobei diese das darin enthaltene Eisen oxydiert und ausfällt. Neuerdings werde mitunter auch Zinnoxyd als Reinigungsmittel empfohlen, das auf Hobelspähne fein verteilt werden solle; jedoch scheint dies nur sehr wenig Eisen bewältigen zu können. Gegen Kesselstein sei wohl noch immer Soda das am besten geeignete Mittel. Mit der grossen Zahl zur Reinigung von städtischen Abwässern empfohlener Chemikalien habe man im allgemeinen noch keine günstigen Erfahrungen gemacht; sogar Ozon könne nur einen Teil der in dem Wasser enthaltenen Keime vernichten.

Sehr interessant waren die Mitteilungen *W. C. Heraeus* aus Hanau: „*Ueber Quarzglas*". Bekanntlich besitzt der Quarz ausserordentlich schätzenswerte Eigenschaften in bezug auf Unangreifbarkeit und Lichtdurchlässigkeit, sodass es nahe lag, geschmolzenen Quarz zu Glasgefässen zu verarbeiten. Jedoch scheiterten diese Versuche bisher an folgenden zwei Umständen. Erstens liegt der Schmelzpunkt des Quarzes ausserordentlich hoch, nämlich bei 1850° C., also höher als Platinschmelzhitze, die bei 1670° C. liegt; zweitens ändert der Quarz beim Erhitzen seine Eigenschaften nicht *stetig*, sondern macht bei 570° C. eine vollständige molekulare Umwandlung durch, wobei er in Stücke zerspringt. Quarz zu schmelzen wurde erst möglich, nachdem es dem Vortragenden gelungen war, Schmelzgefässe aus Iridium herzustellen, welches Metall erst bei 2450° schmilzt. In solchen Gefässen wird mittels eines Knallgasgebläses eine Temperatur von etwa 2000° C. aufrecht erhalten; bei 1700° C. wird der Quarz glasig. Das Verarbeiten des geschmolzenen Quarzes ist ausserordentlich schwierig und stellt sehr grosse Anforderungen an die Lungenkräfte des Glasbläsers.

Auch wird das Arbeiten dadurch erschwert, dass sich bei der hohen Temperatur die mit dem Glas in Berührung kommende atmosphärische Luft zum Teil unter Bildung von Untersalpetersäure aus Sauerstoff und Stickstoff zersetzt, sodass die fertigen Gefässe in ihrem Innern stets derartiges Gas enthalten. Es ist unter diesen Umständen nicht zu verwundern, wenn, zumal auch der Verbrauch an Sauerstoff für das Gebläse sehr gross ist, sich fertige Gefässe aus Quarzglas auf etwa 1 M. das Gramm gestellen, während komplizierte Apparate noch teurer werden.

Die Oberfläche des Glases ist wellig; im Innern enthält es zahlreiche Blasen, was daher rührt, dass es in verhältnismässig sehr dickflüssigem Zustande verarbeitet werden muss. Diese Umstände schaden seiner Gebrauchsfähigkeit indessen nichts, vielmehr sind die Vorteile des Quarzglases für manche Zwecke ausserordentlich gross. Man kann in Tiegeln aus diesem Material Gold und Silber destillieren und hierbei sogar beide Metalle voneinander trennen. Auch ist es möglich, alle in dem Tiegel vor sich gehenden Erscheinungen fortwährend zu beobachten. Ferner sind die Quarzgläser gegen Temperaturschwankungen ausserordentlich unempfindlich, was daher rührt, dass das Material einen Ausdehnungskoeffizienten besitzt, der nur etwa dem 17. Teil desjenigen des Platins gleich ist. Man kann glühende Gläser ohne weiteres in Wasser tauchen, ohne dass sie Schaden erleiden. Drähte aus Iridium lassen sich in Quarzgläser einschmelzen, und können in Vakuumröhren aus diesem Material zum Hervorrufen der verschiedensten elektrischen und optischen Erscheinungen benutzt werden. Da das Quarzglas auch das ultraviolette Licht gut durchlässt, was beim gewöhnlichen Glas nicht der Fall ist, so kann man mit seiner Hilfe auch dessen Eigenschaften genauer studieren. Auch zu Thermometern dürfte sich Quarzglas sehr gut eignen, da zu vermuten ist, dass bei seiner grossen Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturschwankungen die sogenannte Depression des Nullpunktes hier kaum eintreten wird. Versuche in dieser Beziehung scheinen dies zu bestätigen; doch wird natürlich für ein abschliessendes Urteil eine längere Erfahrung nötig sein.

An diesen Vortrag schloss sich derjenige von *W. Hempel* aus Dresden an: „*Ueber Schmelzpunktbestimmungen bei höheren Temperaturen*". Der Vortragende hat eine Methode ausgearbeitet, die selbst mit verhältnismässig einfachen Mitteln es gestattet, Schmelzöfen für sehr hohe Temperaturen in Betrieb zu halten, sowie die darin herrschenden Temperaturen zu messen und diese Messungen namentlich zur Bestimmung von Schmelzpunkten zu benutzen. Bei der Konstruktion seines Ofens, der ein elektrischer Widerstandsofen ist, lag es ihm wesentlich daran, mit geringer Stromstärke auszukommen, um die Oefen an jede elektrische Leitung anschliessen zu können. Er schaltet zu diesem Zweck eine Reihe dünner Kohlenstifte hintereinander und ordnet diese so an, dass sie ein Gestell bilden, in das man den zu erhitzenden Körper, z. B. einen Tiegel, einsetzen kann. Unter gewöhnlichen Umständen würden nun die Kohlenstäbe bald verbrennen. Dem wird vorgebeugt, indem man sie mit einem Mantel umgibt, der seinem wesentlichen Teile nach aus einem Gemisch von Kieselgur und Kohlenpulver besteht. Die durch diesen Mantel eindringende Luft wird sich hierbei langsam erwärmen und schliesslich sich in Berührung mit dem Kohlenpulver mit Kohlenstoff sättigen, sodass sie die Kohlenstäbe nicht verbrennen kann. Beim Beginne des Versuches wird ferner die Luft aus dem Innern des Apparates durch Leuchtgas verdrängt. Ausserdem dient der Mantel dazu, die Hitze zusammenzuhalten, sodass der Verbrauch an Strom möglichst gering ist. Leider kann man mit dieser Konstruktion nur auf 1650° C. kommen, da bei höheren Temperaturen die Luft dermassen leitend wird, dass sich ein Lichtbogen bildet. Da bekannt ist, dass unter Druck stehende Luft den Strom nicht mehr leitet, so versuchte der Vortragende, höhere Temperaturen zu erzielen, indem er das Innere des Ofens unter 5 Atm. Druck brachte. Jedoch zeigte es sich, dass bei der hohen Temperatur von 1650° C. auch so stark verdichtete Luft den Strom ebenso gut leitet, wie wenn sie unter gewöhnlichem Druck stände.

Für die Schmelzpunktbestimmung schwer schmelzbarer Körper hat *Hempel* seinen Apparat daher etwas anders eingerichtet, sodass er auch höhere Temperaturen zu erreichen gestattet. Hierbei befindet sich der zu schmelzende Körper zwischen zwei Kohlenstiften in der Mitte des Ofens, der nach oben und unten durchbohrt ist. Durch die obere Durchbohrung ist ein Kohlenstift durchgesteckt, der auf dem zu schmelzenden Körper aufruht und im Augenblicke des Schmelzens herunterfällt. Hierdurch wird eine Klingel in Tätigkeit gesetzt, die dem Beobachter anzeigt, dass die Temperatur beobachtet werden müsse. Zu letzterem Zweck ist gegenüber der unteren Oeffnung ein Spiegel angebracht, der das von hier ausströmende Licht zu einem optischen Pyrometer führt. Da die käuflichen Apparate dieser Art sehr teuer sind, so hat der Vortragende selbst ein solches konstruiert, das sich als eine Abänderung

des *Bunsen*schen Fettfleckphotometers darstellt. Als Vergleichslampe dient nicht eine solche mit Amylacetat, sondern ein gewöhnlicher Gasschnittbrenner, dessen Grösse nicht reguliert zu werden braucht, da die Lichtmenge durch Einstellung eines Spaltes vor dem Brenner geregelt wird. Um die Lichtausstrahlung des auf seine Schmelztemperatur zu prüfenden Körpers stets gleichmässig zu halten, wird dieser an seiner Unterseite geschwärzt. Die erhaltenen Werte dürften etwas zu niedrig sein, da der unter dem Apparat angebrachte Spiegel etwas Licht verschluckt; man fand so den Schmelzpunkt von Magnesia bei 2250°, von Kalk zu 1900°, von Tonerde zu 1880°, von Knochenasche zu 1470°. Eine besonders schwer schmelzbare Sorte von Meissner Porzellan zeigte einen Erweichungspunkt von 1850°, während dieser für gewöhnliches Berliner Porzellan bei 1550° lag. Die an diesen Zahlen vorzunehmende Korrektur dürfte einen Wert von höchstens + 10 v. H. haben; mit der genauen Ermittlung dieser Grösse ist der Vortragende noch beschäftigt.

Bei dem zur Schmelzpunktbestimmung dienenden Ofen wurde die Isolierung nicht durch eine Schicht von Kieselgur und Kohle, sondern durch einen Block aus Rügener Kreide bewirkt. Indem diese Kreide sich in der Nähe des Ofenherdes teilweise in Kalk und Kohlensäure zersetzt, absorbiert sie einen Teil der Ofenwärme und wirkt hierdurch kühlend.

Die Anwendungsfähigkeit des Ofens wird sehr vielseitig sein und die Schmelzpunkte und Erweichungspunkte einer sehr grossen Anzahl von Körpern festzustellen erlauben, bei denen man bisher auf mehr oder weniger ungenaue Schätzungen angewiesen war.

Analytische Chemie.
Sektion I.

Auch ein Vortrag aus Sektion I des Kongresses betraf einen Gegenstand, der für die Leser von Dinglers Journal von Interesse ist, und über den wir aus dem Grunde zu berichten in der Lage sind, weil er gedruckt vorlag. Es handelt sich um eine Mitteilung von *W. Fresenius* aus Wiesbaden über den Nachweis fremder Zumischungen im Portlandzement. Der Vortragende ging davon aus, dass man ursprünglich alle aus *künstlich* hergestellten Rohmaterialmischungen erbrannte Zemente „Portlandzement“, dagegen alle aus *natürlichen* Mergeln erbrannte Zemente „Romanzemente“ genannt habe. Indessen sei man bald dazu gekommen, festzustellen, dass die hauptsächlichste Ursache der besseren Beschaffenheit des Portlandzementes darin lag, dass er bis zur *Sinterung* gebrannt war, sodass man diesen letzteren Punkt nunmehr der Unterscheidung der Zemente zu Grunde legte und auch solche aus natürlich vorkommenden Mergeln hergestellte Zemente als Portlandzement anerkannte, bei denen das Brennen bis zur Sinterung gesteigert worden war. Ende der siebziger Jahre fingen dann Fabrikanten an, zu Portlandzement Beimengungen zuzufügen, sodass es nötig wurde, den Begriff Portlandzement normengemäss festzulegen, worauf die Mischerzeugnisse bald wieder aus dem Handel verschwanden. Wirklicher Portlandzement konnte auch gut durch die Analyse unterschieden werden, da nur ein Produkt von ganz bestimmter chemischer Zusammensetzung den Eigenschaften zu entsprechen imstande war, die man an Portlandzement stellte. Diese Zusammensetzung schwankte zwischen folgenden Grenzen:

Kalk (CaO)	59—65	v. H.
Kieselsäure (SiO_2)	20—26	„ „
Tonerde und Eisenoxyd (FeO_3) .	7—14	„ „
Magnesia (MgO)	1—3	„ „
Alkalien (R_2O)	0—3	„ „
Schwefelsäureanhydrid (SO_3) . .	0—2	„ „

Die so beschaffenen Zemente konnten an Beimischungen höchstens 2 v. H. Gips enthalten, der innerhalb dieses geringen Betrages zur Regelung der Dauer des Abbindens als erlaubt anzusehen war.

Neuerdings sind nun Zemente erzeugt, die sich als Portlandzement mit einem Zusatz von Hochofenschlacke erwiesen und „Eisen-Portlandzement“ benannt sind. Bei ihnen hat sich herausgestellt, dass die chemische Analyse nicht genügte, um die Zumischung zu erkennen, weil die Bestandteile der Hochofenschlacke und diejenigen des Portlandzementes einander in ihren Mengenverhältnissen ausserordentlich nahe standen.

Es sei nun durchaus erforderlich, eine Beimengung von Schlackenzement im Zweifelsfalle als solche nachweisen zu können, wobei es ganz gleichgültig sei, ob diese Zumischung den Zement in seinen Eigenschaften verbessere oder verschlechtere. In *jedem* Falle müsse der Käufer genau wissen, was er bekomme. Dies liege übrigens nicht nur im Interesse des Käufers sowie in demjenigen der Portlandzement-Fabrikanten, sondern auch in demjenigen der Hersteller des sogenannten Eisenportlandzementes selber.

Der Vortragende habe nun vor längerer Zeit festgestellt, dass dem Portlandzement neben den oben angeführten Zahlen der chemischen Gesamtanalyse auch noch die durch folgende Werte gekennzeichneten Eigenschaften eigentümlich seien:

1. Spezifisches Gewicht in ungeglühtem Zustande mindestens 3,00
2. Spezifisches Gewicht im geglühten Zustande mindestens 3,12
3. Glühverlust höchstens . . . . 3,4 v. H.
4. Alkalinität der Wasserlössung von 0,5 g Zement nicht über ccm Normalsäure . 7,2
5. Verbrauch an übermangansaurem Kali für 1 g Zement nicht über . . . . 2,8 mg
6. Gehalt an Magnesia nicht über . . . . . 3 v. H.

Man habe versucht, diese Zahlen auch zur Unterscheidung von Mischungen mit Hochofenschlacke heranzuziehen und namentlich auf den Mehrverbrauch an übermangansaurem Kali sein Augenmerk gerichtet. Man sei dabei von der Ansicht ausgegangen, dass die Hochofenschlacke an reduzierenden Stoffen reicher sei als Portlandzement, und deshalb mehr übermangansaures Kali zu binden im Stande sei. Indessen habe es sich gezeigt, dass auch wirklicher Portlandzement höhere Zahlen als die normalen zeige, wenn er im Drehrohrofen erbrannt sei, da hierbei der fast fertig gesinterte Zement mit dem eben eintretenden verbrennenden Kohlenstaub zusammentreffe, und hieraus reduzierende Bestandteile aufnehmen könne.

Besser zum Ziele führend schien dann ein Verfahren zur Bestimmung des in dem Zement enthaltenen Sulfidschwefels zu sein, über welches der Verfasser sich nähere Mitteilungen zu geben vorbehielt. Mit Hilfe dieses Verfahrens könnte festgestellt werden, dass im gewöhnlichen Portlandzement höchstens 0,15 v. H. Sulfidschwefel enthalten sei, während der Gehalt in mit Schlackenmehl gemischtem Zement bis etwa 0,8 v. H. steigen könne. Indessen könne ausnahmsweise auch aus Schlacken hergestellter *wirklicher* Portlandzement einen höheren Gehalt an Sulfidschwefel aufweisen.

Schliesslich wurde dann noch der Unterschied im spezifischen Gewicht der verschiedenen Bestandteile eines Zementes herangezogen, indem man den Zement in schweren Flüssigkeiten aufschwemmt und nötigenfalls zentrifugiert. Indessen sei auch dieses Verfahren noch nicht vollkommen durchgebildet, wenngleich es sehr wertvolle Anhaltspunkte gebe.

Der Redner fasste seine Ausführungen dahin zusammen, dass man zur Zeit noch *nicht* über ein unbedingt sicheres Mittel verfüge, um Portlandzement von etwaigen Beimischungen quantitativ zu trennen, dass sich dagegen wohl in allen Fällen *erheblicher* Zumischung von Schlackenmehl konstatieren lasse, dass eine solche stattgefunden habe und dass das Produkt demnach kein reiner Portlandzement sei.

Dr. Gustav Rauter.

Kleinere Mitteilungen.

Elektrolytische Glühkörper.

Elektrolytische Glühkörper bestehen aus gewissen Metalloxyden (z. B. Thoroxyd, Magnesia, Zirkonoxyd, Yttriumoxyd) und deren Gemischen, die erst bei höherer Temperatur den elektrischen Strom leiten und zwar nach der Ansicht von *Nernst*[1]) nicht wie die Metalle, sondern elektrolytisch, wie Lösungen und geschmolzene Salze, in denen elektrisch geladene Bestandteile (Ionen) die Elektrizität von Pol zu Pol überführen. Weil beim Glühen diese Substanzen erheblich stärkere Leuchtkraft besitzen als Kohle, werden sie in grossem Massstabe als Leuchtkörper angewandt und zwar einerseits als „Glühstrümpfe" im Gasglühlicht, andererseits in den *Nernst*lampen, in denen an Stelle des Kohlenfadens der gewöhnlichen elektrischen Glühlampen ein Stäbchen aus solchen Erdmetalloxyden durch den Strom zur Weissglut erhitzt wird, nachdem durch eine Hilfsvorrichtung der Körper soweit vorgewärmt worden ist, dass er den Strom leitet.

Im Widerspruch zu der Annahme, dass diese Glühkörper durch den Strom elektrolysiert werden, steht die Tatsache, dass sie Hunderte von Stunden mit Gleichstrom brennen können, während die Rechnung ergiebt, dass ein Stäbchen von 0,1 g Gewicht durch einen Strom von 0,9 Ampére bei quantitativen Verlauf der Elektrolyse in 5 Minuten in seine Bestandteile zerlegt würde. Zur Erklärung nimmt *Nernst* an, dass der an der Anode durch die Elektrolyse entwickelte Sauerstoff zur Kathode diffundiert und dort im Verein mit dem Sauerstoff der Luft das elektrolytisch abgeschiedene Metall in Oxyd zurückverwandelt, so das im wesentlichen die Zusammensetzung des Glühkörpers ungeändert bleibt. Bei Wechselstrom ist eine merkliche Elektrolyse von vorn herein nicht zu erwarten, weil das eben entstandene Metall beim nächsten Polwechsel sofort wieder durch den an der gleichen Stelle abgeschiedenen Sauerstoff oxydiert wird.

Diese Theorie hat *Bose*[2]) experimentell geprüft.

Als er eine *Nernst*sche Glühlampe luftleer pumpte, nahm ihre Helligkeit bis zur dunklen Rotglut ab, während gleichzeitig die elektrische Spannung an den Lampenpolen erheblich sank; der Widerstand des glühenden Stiftes hatte mit sinkendem Drucke rasch abgenommen. Als er wieder Luft einströmen liess, wurde der Stift fast augenblicklich wieder weissglühend und die Spannung zeigte den ursprünglichen Wert.

Liess er nach längerem Brennen im Vakuum erkalten und dann erst Luft zuströmen, so zeigte der ursprünglich weisse Stift eine dunkelgraue, nach langem Auspumpen sogar eine tiefschwarze Farbe mit deutlichem Metallglanz, der bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft auch erhalten bleibt. Wurde nun der Stift an der Luft eine kurze Zeit zum Glühen erhitzt, so wurde er allmählich wieder ganz weiss. Diese Erscheinungen sieht *Bose* als Beweis dafür an, dass an der Kathode Metall durch den Strom abgeschieden wird.

Die Annahme, dass an der *Anode* durch gleichgerichteten Strom Sauerstoff fortdauernd entwickelt wird, stimmt mit *Boses* Angabe überein, dass er auch bei beliebig langem Pumpen, wenn der Stift durch Gleichstrom erhitzt wurde, kein hohes Vakuum erzielen konnte, wohl aber leicht, wenn der Stift kalt war oder Wechselstrom benutzt wurde. Brennt man mit Wechselstrom, so bleibt nach *Bose* die Leitfähigkeit und das Aussehen des Stiftes auch im Vakuum ungeändert.

Die Tatsache, dass in der Nernstlampe das kathodische Ende des Stiftes schwächer glüht, erklärt *Bose* durch eine verästelte Metallausscheidung, die den Widerstand an der Kathode verringere und sich durch eine geringe Schwärzung auch bei Atmosphärendruck bemerkbar mache. Dass durch Vertauschen der Pole die Lebensdauer der Glühkörper vermindert wird, erklärt *Bose* durch die bei der raschen Oxydation des Metalles eintretende plötzliche Volumveränderung, die das Gefüge des Stäbchens lockert.

In Sauerstoff, der auf 6 Atmosphären zusammengepresst ist, zeigt sich die Metallausscheidung vermindert und die Spannung um 6—8 Volt höher.

Solche elektrolytischen Glühkörper erteilen auch der umgebenden Luft in glühendem Zustande eine gewisse Leitfähigkeit; man sucht dies dadurch zu erklären, dass elektrisch geladene Teilchen des „ionisierten" Gases sich an diesen Glühkörpern entladen.

An die Versuche von *Bose* anknüpfend teilt *Ewald Rasch*[3]) Beobachtungen über „Gasentladungen an elektrolytischen Glühkörpern" mit. Nach *Rasch* treten die Gasentladungen sowohl bei Gleichstrom, wie bei Wechselstrom auf, bei vermindertem, wie bei Atmosphärendruck; sie können zur Erzeugung eines kontinuierlichen Lichtbogens benutzt werden, wenn man durch Vorwärmung den Elektroden die erforderliche Leitfähigkeit gibt.

Die Lichtausbeute derartiger Bogenlampen ist nach der Angabe von *Rasch* hoch, so dass seine Anordnung vielleicht technische Anwendung finden kann, falls die Stäbe aus diesen Erden genügende mechanische Widerstandsfähigkeit besitzen und die Vorwärmung in einfacher und praktischer Weise bewirkt wird.

Bei den gewöhnlichen Kohlenbogenlampen stammt der weitaus grösste Teil ihres Lichtes von den weissglühenden Kohlenspitzen, der im wesentlichen aus glühenden Gasen bestehende Lichtbogen selber leuchtet nur schwach; in dem *Bremer*- und dem *Siemens*licht werden durch Zusatz von Flussspat und anderen, erst bei sehr hoher Temperatur verdampfenden Körpern feste Substanzen in den Lichtbogen geführt und so dessen Hitze zur Lichterzeugung ausgenutzt. *Rasch* erhöht die Lichtausbeute dadurch, dass er die Elektroden aus Stoffen bildet, die ein sehr hohes Lichtemissionsvermögen besitzen. (D. R. P. 117 214).

Auch als Heizquelle für elektrische Oefen hat *Rasch* in Gemeinschaft mit *Blau* diese elektrolytischen Glühkorper in Aussicht genommen. (Patentanmeldung B. 24603 IV 21 h, 19. 4. 1899).

Dr. Kurt Arndt.

[1]) Zeitschrift für Elektrochemie **6** (1899), S. 41.
[2]) Annalen der Physik (4. Folge), **9** (1902) S. 164.
[3]) Annalen der Physik (4. Folge) **11** (1903), S. 202.

Warnungssignal für Bahnübergänge.

Eine neue Art von elektrischen Warnungssignalanlagen, die an der unbewachten Niveaukreuzung der westfälischen Kleinbahn mit elektrischem Betriebe, Neuhaus—Senne, mit der eingleisigen Staatsbahn Paderborn—Brackwede, nahe der Station Sennelager, angebracht worden ist, verdient allgemeine Beachtung, weil sie selbsttätig dem Wagenführer der elektrischen Bahn das Herannahen eines Zuges der Staatsbahn nicht nur dnrch ein Läutewerk, sondern auch durch ein sichtbares Zeichen ankündet. Der Apparat wird ohne Mitwirkung von Menschenkraft unmittelbar durch den herannahenden Zug in Tätigkeit gesetzt. Allerdings ist zum Betriebe einer derartigen Anlage elektrischer Starkstrom nötig, dessen Zuleitung jedoch in der Nähe von Elektrizitätszentralen keiner Schwierigkeit begegnet. Das oben erwähnte Warnungssignal gleicht in der Form vollkommen dem gewöhnlichen Streckenläutewerk, birgt aber in seinem eisernen Mantel einen kleinen, schnelllaufenden Elektromotor, welcher durch Zahnradübertragung und durch Vermittlung von Winkelhebel und Zugdraht den Hammer eines Läutewerkes zum Anschlagen bringt, gleichzeitig treten durch den elektrischen Strom vier Glühlampen, von denen drei in einer grossen Signallaterne angebracht sind, während die vierte auf der Station Sennelager als Kontrollampe dient, in Tätigkeit. Das Motorläutewerk wird durch den herannahenden Zug mittels zwei Kontakten, die etwa 500 m vor und hinter der Kreuzung liegen, eingeschaltet, während ein dritter Kontakt unmittelbar bei dem Bahnübergange eingebaut ist. Beim Befahren des ersten Kontaktes bringt der Zug das Läutewerk zum Ertönen und auf den weissen Scheiben der Laterne leuchtet die Inschrift „Zug kommt" auf. An der Kreuzung angelangt; schaltet der Zug mittels des zweiten Kontaktes das Läutewerk und die Glühlampen wieder aus, und das Befahren des dritten Kontaktes führt das auf der Station Sennelager aufgestellte Schaltwerk wieder in die Normalstellung zurück. Schaltwerk und Schienenkontakte sind durch eine Drahtleitung verbunden, während die Zuleitung des elektrischen Stromes nach dem Schaltwerk auf Station Sennelager und von diesem nach dem Läutewerk durch eine Kupferdrahtleitung erfolgt. Die ganze Anlage, von der *Siemens & Halske Aktiengesellschaft* hergestellt, hat sich trotz ihrer Einfachheit bisher bewährt und ihre Einführung für unbewachte Bahnübergänge in der Nähe von grossen Eisenbahnstationen mit elektrischen Zentralen dürfte wesentlich zur Sicherung des Verkehrs beitragen.

Spiritusmotorboot.

Im Hamburger Hafen verkehrt seit einiger Zeit ein Spiritusmotorboot, das im Inspektionsdienst der „Hamburg-Amerika-Linie" verwandt wird. Das gefällige, 10 m lange Boot ist mit einer Kajüte ausgestattet, hat eine Maschine von 23 indizierten PS, die ihm eine Geschwindigkeit von 8 Knoten verleiht, und hat 15000 Mk. gekostet.

Der Motor wird zunächst mit Benzin angeheizt und diese Heizung nach dem Antrieb durch Heizung mit denaturiertem Spiritus von 90 v. H. ersetzt. Der Spiritusverbrauch beträgt 0,6 l f. d. PS und Stunde. Durch elektrische Zündung ist jederzeit ein schneller Antrieb gesichert, und Geräusch wie Geruch sind bei diesem Motor gegenüber anderen Systemen auffallend gering. Die Spiritusindustrie will an diesem Versuchsboot die Verwendbarkeit des Spiritusbetriebes für Schiffszwecke beweisen.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 27. **Berlin, 4. Juli 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 405 d. Bd.)

Während die bisher behandelten Zweikammerkessel sämtlich mit beiden Wasserkammern unmittelbar an den Oberkessel angeschlossen waren, ist dies bei dem Kessel der *Guilleaume Werke* in Neustadt a. d. Haardt nicht der Fall. Wie die Fig. 185 und 186 erkennen lassen, ist nur die vordere Kammer mit dem Oberkessel starr verbunden, während die hintere Kammer keine unmittelbare Verbindung mit dem Oberkessel hat und frei auf leicht beweglichen Rollen gelagert ist. Oberkessel und Röhrenkessel können also unabhängig von einander und vollständig ungehindert der der jeweiligen Erwärmung entsprechenden Ausdehnung folgen.

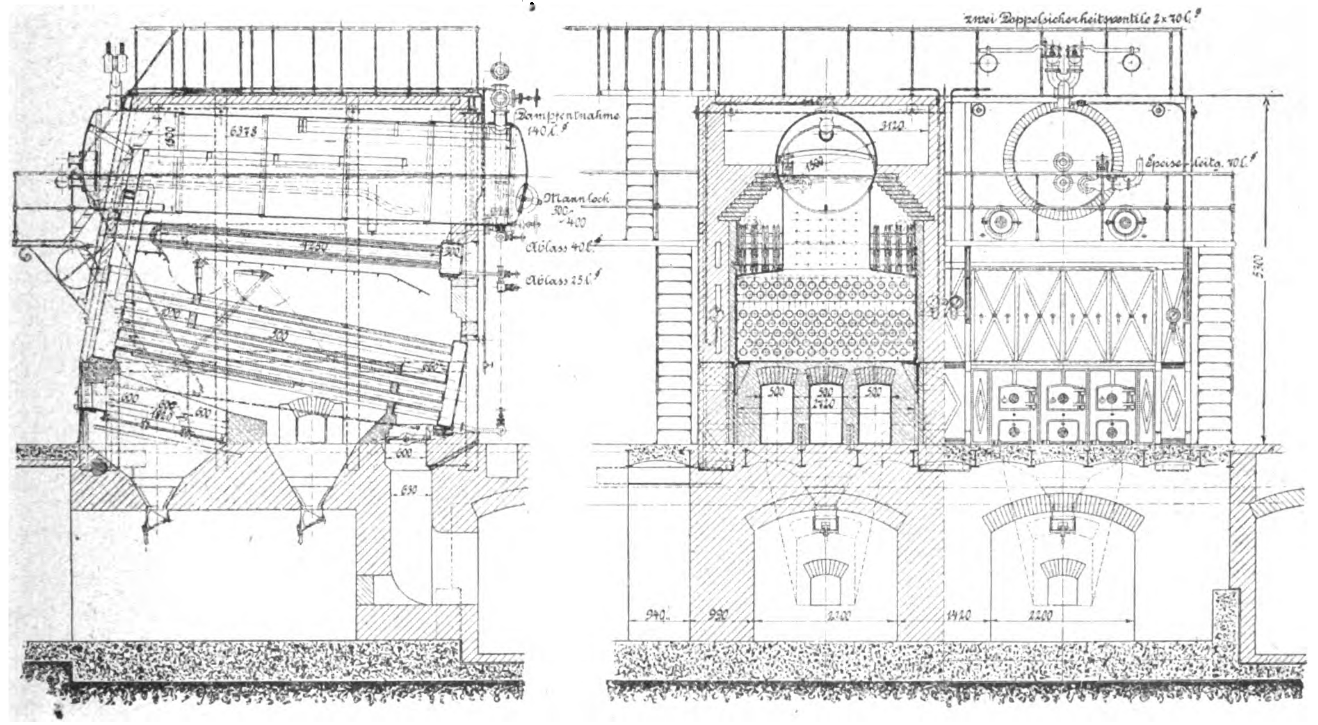


Fig. 185. **Fig. 186.**

Wasserröhrenkessel mit Ueberhitzer der Guilleaume Werke.

Der Röhrenkessel setzt sich aus den Zuflussröhren und den Siederöhren zusammen. Erstere sind über den Siederöhren gelagert; ihre Mündungen in der vorderen Kammer sind von denen der Siederohre durch eine senkrechte, bis in den Oberkessel hinaufführende Scheidewand getrennt, so dass das von da kommende Speisewasser zuerst in die Zuflussrohre gelangt.

Durch diese Anordnung wird eine günstige Zirkulation erzielt; das Wasser tritt in den Oberkessel durch den vorderen Boden ein und wird durch ein Rohr nach hinten geleitet, scheidet hier bei der Erwärmung einen erheblichen Teil der kesselsteinbildenden Beimengungen ab, strömt dann in die Zuflussröhren, gelangt in die hintere Wasserkammer und steigt in den Siederöhren zur vorderen Wasserkammer auf. Der entwickelte Dampf wird durch ein im Oberkessel ausgespanntes, perforiertes Blech vom Wasserspiegel zunächst getrennt. Hierdurch soll eine Wasserabscheidung bewirkt werden, was aber kaum zutreffen dürfte. Da der Kessel mit einem Ueberhitzer versehen ist, so kann übrigens mitgerissenes Wasser noch nachträglich verdampft werden.

Der Ueberhitzer besteht aus **U**förmig gebogenen Röhren, die teilweise parallel, teilweise hintereinander geschaltet sind. Die Fig. 187 u. 188 zeigen die Konstruktion der Dampfkammer und die Schaltung der Rohre. Die Kammer wird durch Zwischenbleche in die notwendigen Abteilungen zerlegt und ist durch drei Reihen kräftiger Stehbolzen wirksam verankert.

Der doppelt dargestellte Kessel, Fig. 185 und 186, ist für 10 Atm. Ueberdruck bestimmt und hat eine Heizfläche von je 200 qm bei etwa 4 qm Rostfläche. Die Verbrennungsrückstände und die Flugasche sammeln sich in den gemauerten

Schächten an und können durch Oeffnen des unteren Verschlusses in bereitstehende Wagen entleert werden.

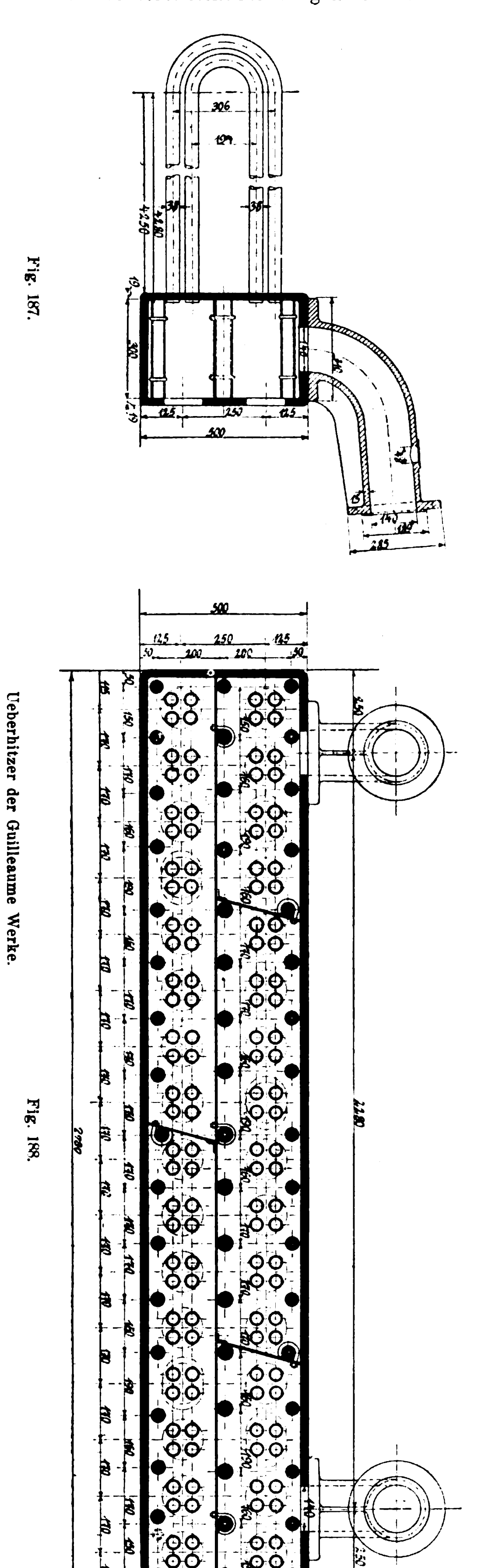


Fig. 187.

Ueberhitzer der Guilleaume Werke. Fig. 188.

Der Ueberhitzer kann durch zwei Klappen, die gleichzeitig bewegt werden, ganz oder teilweise aus den Heizgasen ausgeschaltet werden.

Der Wasserkammerverschluss ist in Fig. 189 dargestellt. Die Verschlussscheibe ist mit der Schraube aus einem Stück hergestellt. Die Dichtung erfolgt durch einen Gummiring mit Drahteinlage.

Auch der *Leinhaas*kessel (Fig. 190—195) hat die Eigentümlichkeit, dass die hintere Wasserkammer nicht direkt mit dem Oberkessel verbunden ist. Um eine sichere Kühlung der untersten Rohrreihen zu erreichen, bringt die Firma *E. Leinhaas*, Freiberg i. S., bei ihren Kesseln an der untersten Stelle der hinteren Wasserkammer einen Wassersack in Form eines querliegenden Zylinders an und verbindet diesen in passender Weise mit dem Oberkessel durch weite Rohre.

Bei dem Kessel (Fig. 190—193) gehen vom Oberkessel zwei 350 mm weite Stutzen unter 45° nach aussen und dann vertikal nach unten bis zum Querkessel der Wasserkammer (Fig. 192). Dieser Kessel hat 206 qm Heizfläche, 6 qm Rostfläche und arbeitet mit 11 Atm. Ueberdruck.

Bei dem Kessel (Fig. 194 und 195) geht nur ein 550 mm weites Rohr vom Oberkessel senkrecht nach unten in einen kurzen, 600 mm weiten Horizontalstutzen, und von hier zu dem 750 mm weiten Querkessel.

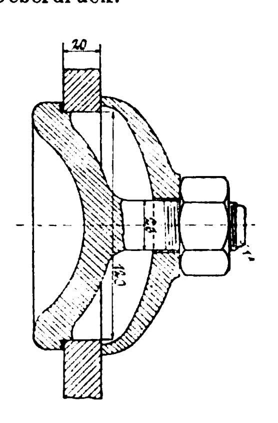


Fig. 189. Kammerverschluss der Guilleaume Werke.

Aus dem Querkessel gelangt nun das Wasser zu einem durch die Querschnittsabmessungen bestimmten Teile in die unterste Rohrreihe, zum anderen Teile in die Wasserkammer; die letztere verteilt dann das Wasser über die weiteren Rohrreihen nach einem bestimmten Verhältnis. In der vorderen Wasserkammer vereinigt sich das Wasser wieder und steigt mit dem Dampf bis zur Glocke der eingebauten *Dubiau*schen Rohrpumpe, durch welche die Wasserbewegung in der bekannten Weise kräftig gefördert wird.

Die zweckmässige Verbindung der hinteren Wasserkammer mit dem Oberkessel und die Anwendung der Rohrpumpe ermöglichen eine starke Beanspruchung des Kessels, ohne dass die Gefahr des Krummziehens oder des Leckwerdens für die gut gekühlten Rohre besteht, und ohne dass der Wirkungsgrad des Kesselbetriebes erheblich beeinträchtigt wird.

Der Kessel (Fig. 194 und 195) besitzt 170 qm Heizfläche, 5,38 qm Rostfläche und arbeitet mit 12 Atm. Ueberdruck. Der mit Hilfe von drei Klappen ausschaltbare Ueberhitzer hat 50 qm Heizfläche. Der Rost wird durch den bekannten selbsttätigen *Leach*apparat beschickt.

Alle weiteren Einzelheiten können aus den Zeichnungen ersehen werden.

Auf den Nutzen der *Dubiau*schen Rohrpumpe war schon im vorigen Bande S. 45 u. f. näher eingegangen worden. Bei den Wasserrohrkesseln erscheint nun die Anwendung dieser Vorrichtung auf den ersten Blick überflüssig, da diese Kessel schon infolge ihrer Konstruktion eine kräftige Wasserbewegung besitzen. Diese Schlussfolgerung ist auch richtig, so lange die Beanspruchung der Wasserrohrkessel eine mässige ist. Bei hoher Beanspruchung dagegen liegen die Verhältnisse doch etwas anders.

Hier genügt die durch die Kesselkonstruktion bedingte Wasserbewegung nicht mehr, um den entsprechend grösseren Wärmedurchgang ohne erheblich grössere Temperaturdifferenz zwischen Heizgasen und Wasser zu ermöglichen. Die Heizgase müssen wesentlich heisser an den Heizflächen vorbeigeführt werden, sie treten daher auch mit erheblich höherer Temperatur in den Fuchs, wodurch eine nicht unbeträchtliche Vermehrung der Wärmeverluste, also eine Erniedrigung des Kesselwirkungsgrades veranlasst wird.

Durch die Anwendung der Rohrpumpe wird dieser Uebelstand gemildert. Die durch die Rohrpumpe gesteigerte Wasserbewegung erleichtert den Wärmedurchgang, d. h. sie ermöglicht denselben in gleicher Grösse bei geringerer Temperaturdifferenz; es können also die Heizgase mit geringerer Temperatur in den Fuchs treten.

Diese Folgerung findet ihre Bestätigung durch ver-

Fig. 190.

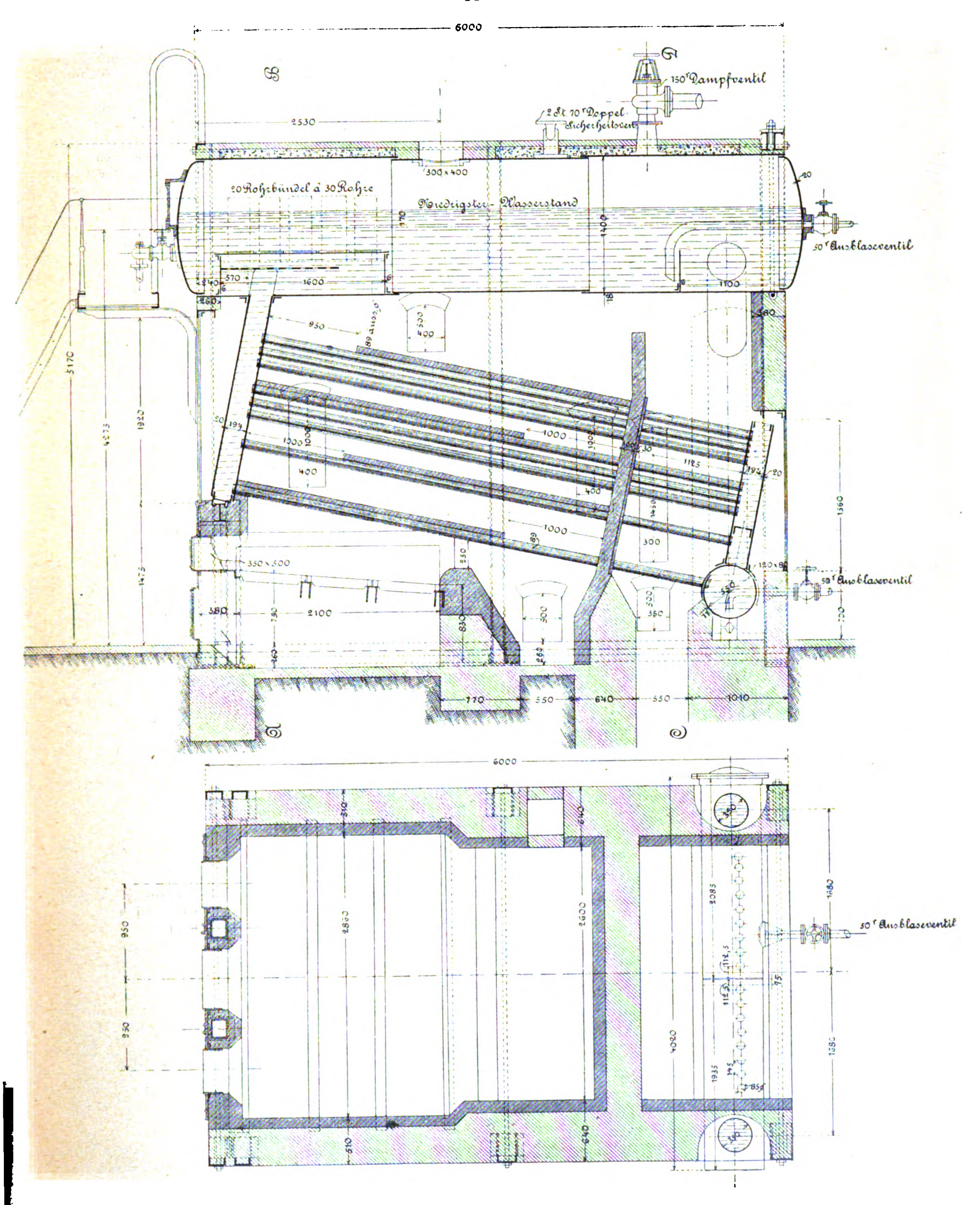


Fig. 193.
Wasserröhrenkessel mit Dubiau'scher Rohrpumpe von Leinhaas.

gleichende Versuche, die an einem und demselben Kessel das eine mal mit Rohrpumpe, das andere mal ohne Rohrpumpe ausgeführt wurden.

In No. 50 der Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes 1902 findet sich folgender Bericht:

„In der Zentrale Moabit der Berliner Elektrizitätswerke fanden im Februar 1902 Vergleichsversuche mit *Leinhaas*-wasserröhrenkesseln statt, die mit Ueberhitzern und *Dubiau*schen Rohrpumpen ausgerüstet waren. Durch die Versuche sollte festgestellt werden, welchen technischen Wert die Rohrpumpe hat. Die Versuche sind von dem Werke mit allen erforderlichen Vorsichtsmassregeln ausgeführt worden. Es hat sich ergeben, dass bei normaler Anstrengung (20kg/qcm Heizfläche stündlich) mit der Rohrpumpe eine Erhöhung des Nutzeffektes um 3,105 v. H. und eine Kohlenersparnis von

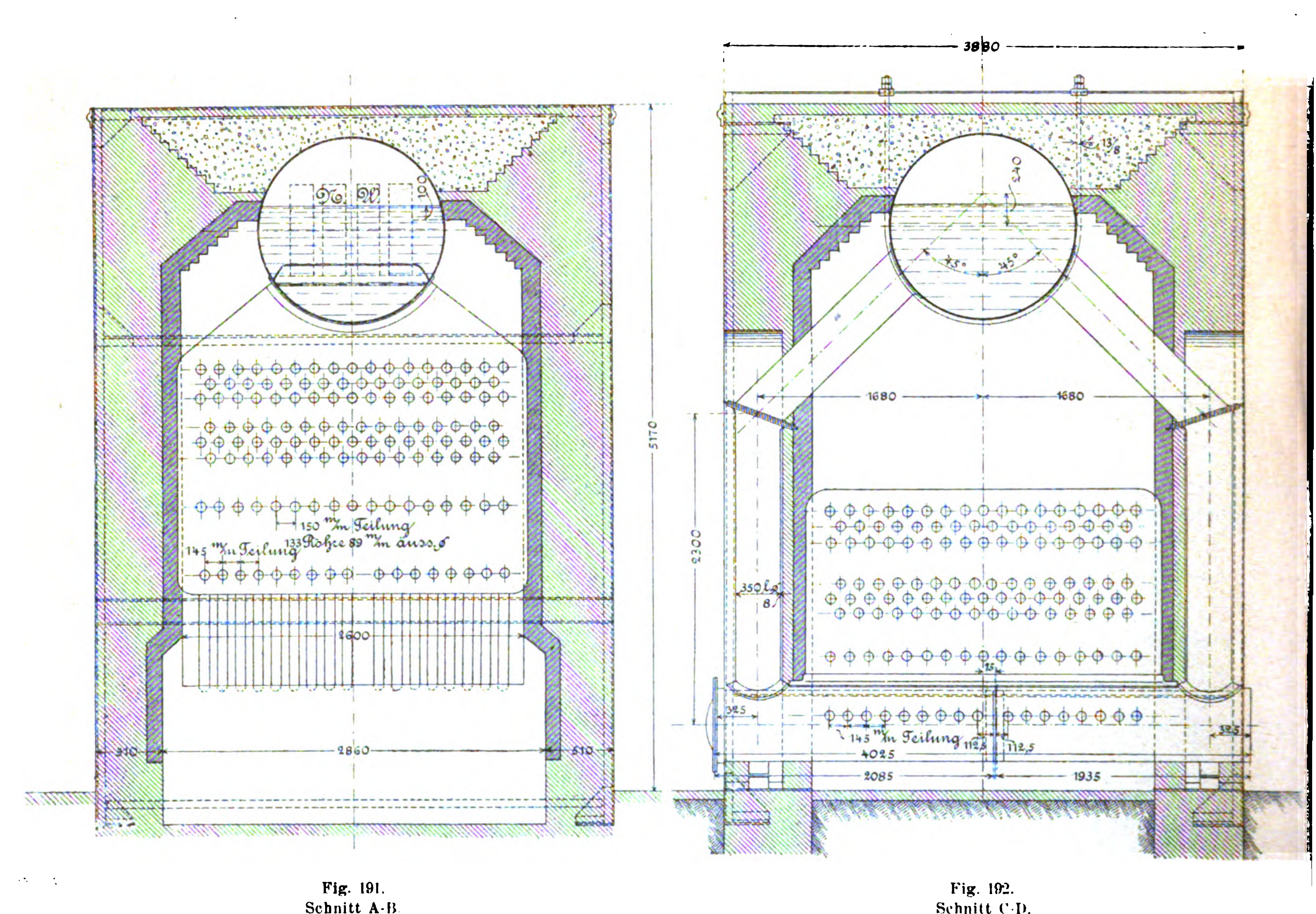


Fig. 191. Schnitt A-B

Fig. 192. Schnitt C-D.

Wasserröhrenkessel mit Dubiauscher Rohrpumpe von Leinhaas.

4,5 v. H. erzielt wurde. Bei maximaler Anstrengung (25 kg/cqm Heizfläche stündlich) wurde mit der Rohrpumpe eine Erhöhung des Nutzeffektes um 4,265 v. H. und eine Kohlenersparnis von 6,46 v. H. erzielt."

Hierzu bemerkt allerdings die Direktion der *Berliner Elektrizitätswerke* in einer, in No. 3 der genannten Zeitschrift, Jahrgang 1903, veröffentlichten Zuschrift das folgende:

„Die angeführten Zahlen sind richtig, doch ist ein wesentlicher Punkt, der für die Beurteilung der Versuchsergebnisse nicht ausser acht gelassen werden darf, nicht erwähnt worden. Der Versuchskessel hat 310 qm Heizfläche und 8,25 qm Rostfläche, sodass bei dem Maximalversuch bei 25 kg Heizflächen und 137—142 kg Rostbeanspruchung stündlich im Mittel 1150 kg Kohlen verbrannt werden mussten. Dies war bloss möglich, weil der Heizer alle zwei Stunden abgelöst wurde. Ebenso musste bei der kleineren Heizflächenbeanspruchung von 20 kg f. d. qm der Heizer zeitweise durch einen zweiten Mann unterstützt werden.

Diese Art Kesselbetrieb kann nicht als normal bezeichnet werden, da ein Heizer andauernd maximal nur 700—800 kg Kohlen i. d. Stunde verfeuern kann, und sind daher nachträglich von uns weitere Vergleichsversuche gemacht worden, bei welchen der Heizer nur entsprechend unserem normalen Kesselbetrieb zu arbeiten hatte. Die Kesselbeanspruchung betrug hierbei etwa 18 kg f. d. qm Heizfläche.

Durch diese Versuche wurde festgestellt, dass die *Dubiau*sche Pumpe praktisch und technisch für die Kessel von obengenannter Grösse keinen Vorteil mehr ergab, infolgedessen wir bei den neu aufgestellten Kesseln die *Dubiau*pumpe nicht mehr zur Anwendung gebracht haben."

Da die in der Zentrale Moabit der *Berliner Elektrizitätswerke* ausgeführten Versuche auch allgemeines Interesse beanspruchen, so wandte sich der Verfasser an die Direktion der *B. E.-W.* mit der Bitte um Mitteilung der Versuchsergebnisse. Dieser Bitte wurde bereitwilligst entsprochen. Die Tabelle S. 422 enthält die wichtigsten Versuchszahlen.

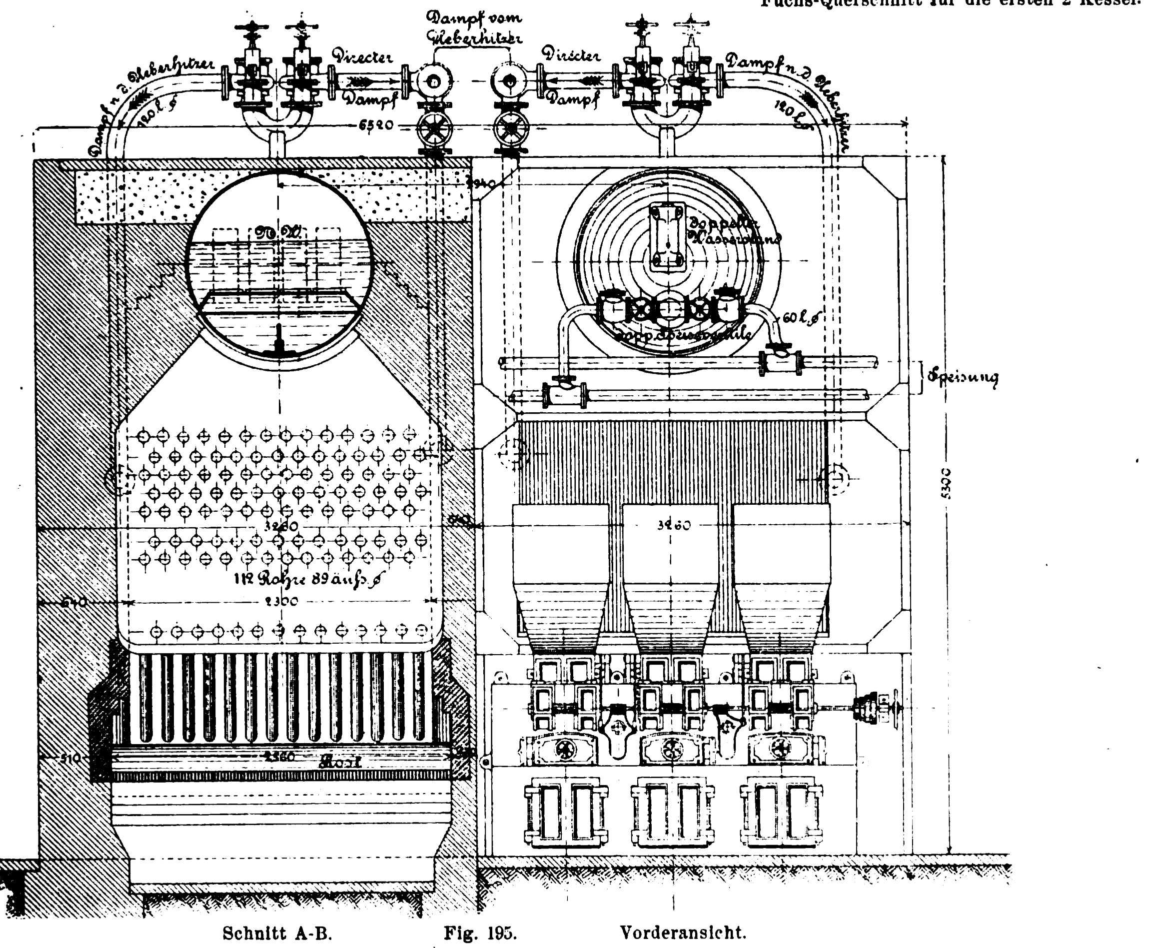
Die ersten 8 Versuche beziehen sich auf den Bericht in No. 50 der Mitteilungen a. d. Pr. d. Dampfkessel- u. Dampfmasch.-Betriebes 1902, die letzten 4 Versuche dagegen auf die Zuschrift der Direktion der *B. E.-W.*

Die Versuche bringen leider die gesetzmässige Abhängigkeit des Kesselwirkungsgrades von der Beanspruchung der Heizfläche nicht ganz ungetrübt zum Ausdruck, jedenfalls weil es schwer ist, die Betriebsweise der Feuerung bei allen Versuchen *genau* gleich zu halten. Auffallend ist auch der relativ kleine Heizwert der Kohle beim letzten Versuch, der den höchsten Wirkungsgrad von 72,91 v. H. ergab, allerdings auch bei der kleinsten Beanspruchung der Heiz-

Fig. 194.

Fig. 194—195. Wasserröhrenkessel mit Dubiau'scher Rohrpumpe und mit Ueberhitzer von Leinhaas.

Fuchs-Querschnitt für die ersten 2 Kessel.



Schnitt A-B. Fig. 195. Vorderansicht.

fläche mit nur 17,79 kg. Wegen der beträchtlich verschiedenen Heizflächenbeanspruchung der letzten beiden Versuche ist auch der Vergleich der Durchschnittswerte 70,74 und 70,65 der Wirkungsgrade nicht ganz einwandsfrei.

Jedenfalls lassen die Versuche erkennen, dass bei kleineren und stark belasteten Kesseln die Rohrpumpe vorteilhaft ist; ferner wird auch bei den grössten, stark belasteten Kesseln dieser Vorteil zur Wirkung kommen, wenn die Kessel selbsttätig beschickt werden können.

Die Betriebsverhältnisse bedingen eine Beanspruchung des Kessels mit etwa 18 kg f. d. qm Heizfläche und Stunde. Die Versuche wurden jeweils 8 Stunden durchgeführt und alle Verhältnisse völlig gleich gehalten. Die zur Verwendung gekommene Kohle war eine Neusatteler Braunkohle, welche etwa 3900 W. E. haben dürfte. Während bei den Versuchen mit *Dubiau*pumpe die Abgangstemperatur im Mittel 330° betrug, stieg diese bei den Versuchen ohne *Dubiau* pumpe auf 365—370°, die Verdampfungsziffer sank bei letzterem

	Normale Leistung				Maximale Leistung				Normale Leistung Betriebsversuch				Bezeichnung
	Mit Dubiau		Ohne Dubiau		Mit Dubiau		Ohne Dubiau		Mit Dubiau		Ohne Dubiau		
Datum des Versuches	3. II. 02	4. II. 02	19. II. 02	20. II. 02	7. II. 02	8. II. 02	17. II. 02	18. II. 02	3. IV. 02	4. IV. 02	1. IV. 02	2. IV. 02	
Dauer des Versuches	10^{20}	10^{17}	10^{17}	10^{22}	10^{24}	10^{12}	10^{17}	10^{22}	10^{30}	10^{9}	10^{19}	10^{10}	Stdn.
Heizfläche des Kessels	300	300	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	qm
Heizfläche des Ueberhitzers	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	qm
Rostfläche des Kessels	8,02	8,02	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	qm
Kohle verfeuert, total	8500	8780	9000	8640	11242	12025	12500	11500	9345	9205	9500	8773	kg
Kohle f. d. qm Rostfläche	102,56	106,48	106,09	101,02	131,02	142,90	147,58	136,88	107,88	109,90	111,62	104,59	kg
Wasser verdampft, total	61793,7	62055	64449	59156	80936,8	80493,5	83998,8	75745,8	61492,9	61656,0	62351,0	56058,5	kg
Wasser f. d. qm Heizfläche und Stunde	19,93	20,115	20,217	18,408	25,10	25,45	26,39	23,994	18,890	19,595	19,490	17,790	kg
Wasser verdampft im Mittel f. d. qm und Stunde	**20,02**		**19,312**		**25,275**		**25,192**		**19,242**		**18,640**		kg
Zug über dem Rost in mm Wassersäule	15,60	16,25	4,85	5,82	—	—	11,36	11,80	—	—	—	—	mm
Zug vor dem Rauchschieber	24,43	25,00	13,05	12,91	20,40	22,50	25,06	23,27	20,00	18,00	19,30	19.00	mm
Temperatur der Rauchgase vor dem Ueberhitzer	551,50	589,45	—	—	571,60	575,60	—	—	—	—	—	—	°C.
Temperatur der Rauchgase hinter dem Ueberhitzer	374,40	410,65	—	—	330,30	349,70	—	—	—	—	—	—	°C.
Temperatur der Rauchgase vor dem Schieber	322,60	332,80	342,24	339,30	308,80	321,30	387,60	376,30	—	—	—	—	°C.
CO_2-Gehalt der Rauchgase vor dem Schieber	11,22	11,67	13,32	12,97	11,80	12,96	13,04	13,11	—	—	—	—	v. H.
O-Gehalt der Rauchgase vor dem Schieber	8,22	7,65	6,40	6,47	7,60	6,48	6,61	6,42	—	—	—	—	v. H.
Luftüberschuss-Koeffizient	1,649	1,585	1,389	1,426	1,577	1,405	1,426	1,418	—	—	—	—	
Dampfspannung, absolut	15	14,85	14,76	14,84	15	14,76	15,05	14,78	—	—	—	—	Atm.
Temperatur des überhitzten Dampfes	361,8	380,3	327,90	328,85	331,1	334,4	327,85	329,27	321,87	331,55	324,00	320,60	°C.
Temperatur im Mittel	371,05		328,3		332,90		328,5		326,71		322,30		°C.
Temperatur des gesättigten Dampfes	197,25	196,77	196,48	196,73	197,25	196,48	197,40	196,55	ca. 195,0	ca. 195,0	ca. 195,0	ca. 195,0	°C.
Ueberhitzung des gesättigten Dampfes	164,55	183,53	141,42	132,45	133,85	137,92	130,45	142,72	„ 126,87	„ 136,55	„ 129,00	„ 125,60	°C.
Gesamtwärme des überhitzten Dampfes	745,64	754,60	734,31	729,92	730,91	732,63	729,32	734,95	726,90	731,54	727,92	726,28	W. E.
Speisewassertemperatur	17,60	17,80	17,86	18,85	19,30	18,88	17,11	17,56	16,00	16,00	16,00	16,00	°C.
Jedem kg Dampf zugeführte Wärme	728,04	736,80	716,45	711,07	711,61	713,75	712,21	717,39	710,90	715,54	711,92	710,28	W. E.
1 kg Kohle verdampft roh	7,27	7,068	7,161	6,84	7,20	6,694	6,72	6,587	6,580	6,698	6,565	6,389	fach
Heizwert der Kohle	7437	7155	7334	7176	7455	6967	7426	7344	6710	6693	6815	6224	W. E.
Schlacke in v. H.	10,40	9,62	8,54	11,08	8,66	8,54	9,47	7,44	—	—	—	—	v. H.
Asche in v. H.	2,76	3,16	2,38	2,16	1,86	1,93	1,92	2,04	—	—	—	—	v. H.
Schlacke und Asche in v. H.	13,16	12,78	10,92	13,21	10,52	10,47	11,39	9,48	16,14	15,92	16,04	15,92	v. H.
Nutzwirkung der Anlage	71,17	72,73	69.95	67,84	68,76	68,58	64,45	64,36	71,42	69,89	68,57	72,91	v. H.
Nutzwirkung im Mittel	**72,00**		**68,895**		**68,67**		**64,405**		**70.65**		**70,74**		v. H.
Erhöhung der Nutzwirkung durch die Dubiaupumpe	+ **3,105** v. H.				+ **4.265** v. H.								v. H.
Durch die Dubiaupumpe erzielte Kohlenersparnis	**4,5** v. H.				**6,46** v. H.								v. H.

Auch in den *Simonius*schen *Cellulosefabriken* in Kelheim a. d. Donau wurden Vergleichsversuche an einem *Leinhaas*kessel mit und ohne Rohrpumpe durch den *Bayerischen Dampfkesselrevisionsverein* vorgenommen. Der Kessel hatte eine Heizfläche von 200 qm und war mit einem Ueberhitzer von 53 qm Heizfläche ausgerüstet. Der Kessel besass ferner einen mechanischen Rostbeschickungsapparat, welcher gut funktionierte und durch welchen in beiden Fällen eine gleich gute, von der Tätigkeit der Heizers fast unabhängige Verbrennung erzielt werden konnte.

Versuch von 3,71 auf 3,49. Es entspricht dies einem Mehrverbrauch an Kohle bei den Versuchen ohne *Dubiau*pumpe von 6 v. H.

Der Waggon Kohle kostet franko Kelheim 112 M. Bei der Annahme, dass der Kessel 300 Tage à 24 Stunden im Betrieb ist, entspricht dies einer Ersparnis von etwa 5000 M. zu gunsten der *Dubiau*pumpe.

(Fortsetzung folgt.)



Neuerungen an den verschiedenen Systemen der drahtlosen Telegraphie.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**, Wien.

(Fortsetzung von S. 367 d. Bd.)

Die Verteilung des von dem Luftdraht der Sendestation erzeugten Feldes.

Die Ergebnisse der sowohl in einem Fessel-, als auch in einem freischwebendem Ballon angestellten Versuche sind in nachstehender Tabelle niedergelegt, die wohl keiner weiteren Erläuterung mehr bedarf.

Sendedraht am Erdboden Höhe	Auffangdraht am Ballon	Höhe des Fesselballons, welcher den Auffangdraht trug.
100 m	200 m	800 m sicherer Empfang
100 „	100 „	400 „ Grenze des Empfanges
50 „	100 „	800 „ wie vor, Empfang bei jeder
50 „	50 „	Höhe unmöglich.

Nach diesen Untersuchungen scheint sich das Feld des Sendedrahtes am Boden zu konzentrieren, wobei jedoch die Erde zwischen den beiden Stationen nicht als Leiter wirkt. Dadurch, dass die Erde den einen Pol des Erregers und in der anderen Station den einen Pol des Fritters auf dem Potentiale 0 erhält, entstehen nicht nur kräftigere und daher auch wirksamere Oszillationen, sondern es wird auch der empfangende Fritter viel kräftiger von denselben beeinflusst.

Als Folge der Konzentration des Feldes an der Bodenoberfläche bilden zwischen den beiden Stationen liegende Hindernisse eine Art Schutzwall gegen die Ausbreitung des Feldes, während Bäume, die Eisengerippe der Häuser u. s. w. als Auffangstangen für die elektrischen Wellen wirken und dieselben absorbieren, so dass diese Wellen an ihrem Bestimmungsorte im günstigsten Falle nur sehr geschwächt anlangen.

Auf diese Weise erklärt sich auch die grosse Schwierigkeit des Verkehrs zwischen zwei durch Land getrennten Stellen, gegenüber solchen Stationen, die durch eine Wasserfläche getrennt sind.

Die Versuche über die Wirkung des Luftdrahtes mit dem Luftballon können, nach Ansicht des Verfassers dieses, wohl nicht als vollkommen einwandfrei durchgeführt angesehen werden. Infolgedessen lassen sich in die Ergebnisse derselben, wiewohl der Forscher als durchaus ernst genommen werden muss, einige Zweifel setzen. Bekanntlich pflanzen sich die elektrischen Wellen in senkrechter Richtung zu dem Luftdraht fort. Um daher mit dem Luftballon, welcher sich gegenüber der Sendestation bedeutend erhöht befand, gute Uebertragungsergebnisse zu erreichen, wäre es nach unmassgeblicher Ansicht von Vorteil gewesen, sowohl den Sender, als auch den Empfangsdraht wagrecht anzuordnen, weil hierdurch die für diesen Fall günstigsten Bedingungen, sowohl für das Senden, als auch das Empfangen gegeben gewesen wären und sicher viel besser hätten erreicht werden müssen.

Ferrié führte seine Versuche durchaus mit Instrumenten durch, welche nach seinen Angaben im Zentraldepot der Militärtelegraphenabteilung hergestellt waren.

Der von demselben verwendete Fritter ist nach dem von *Blondel* angegebenen Typ mit einer Reserve an Feilspänen konstruiert. Derselbe wurde jedoch etwas abgeändert, um einen kräftigeren und widerstandsfähigeren Apparat zu erhalten, da sich die vertikale Röhre des *Blondel*schen Fritters, welcher die Reservespäne enthält, als zu leicht zerbrechlich erwies. Bei dem Fritter von *Ferrié* wurde die eine Elektrode E (Fig. 61) teilweise mit ihrem inneren Teile abgeschnitten und in der Mitte derselben ein Stück ausgedreht, in welchem die Reservespäne Platz fanden, und im Bedarfsfalle durch den Ausschnitt zwischen die beiden Elektroden eingefüllt werden konnten.

Der Fritter selbst war mit Wachs nach aussen abgeschlossen und das Gehäuse ausserdem an seinen beiden Enden mit je einer Metallhülse überdeckt, die in ihrer Fortsetzung je eine Schraube zum Verbinden des Fritters mit den Lei-

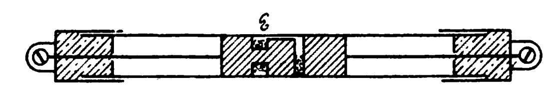


Fig. 61.

tungen trugen. Die Verbindungen der beiden Elektroden des Fritters führten gleichfalls bis zu dieser Schraube. Die Röhre wurde ebenso wie die Feilspäne vor ihrer Zusammenstellung des Fritters vollkommen getrocknet. Die Elektroden bestanden aus Neusilber, die Feilspäne aus altem Silber bezw. aus Gold und Silber, dem eine gewisse, aber veränderliche Menge Kupfer legiert war.

Die verwendeten Induktionsrollen waren von zweierlei Typ und zwar solche, die einen Funken von 32 cm mit einem trockenen Unterbrecher ergaben und dann zur Anwendung gelangten, wenn über hohe Auffang- bezw. Sendestangen verfügt werden konnte. Diese Induktionsrollen verbrauchten einen Strom von 4—5 Ampère bei einer Spannung von 16 Volt und gaben, je nach der Höhe der Luftstangen, einen oszillierenden Funken von 40 mm, wenn die Höhe der Luftstange 25 m, einen solchen von 20 mm, wenn die Höhe der Luftstange 50 m und einen solchen von 10 mm, wenn die Höhe derselben 100 m und endlich einen solchen von 5 mm, wenn die Höhe der Luftstange 200 m betrug. Ein nicht symmetrischer Transformator mit Quecksilberunterbrecher von *Rochefort* wurde dann angewendet, wenn die Luftstange eine geringere Höhe hatte oder die Uebertragungsentfernung eine sehr grosse war. Die mit dieser Induktionsrolle erzielte Funkenlänge war nahezu die doppelte und verbrauchte diese Spule 6—8 Ampère bei 32 Volt Spannung. Der Gebrauch des *Rochefort*schen Transformators gestattet unter sonst ganz gleichen Bedingungen den Luftdraht um $^1/_5$ bis $^1/_4$ jener Höhe zu verringern, welche bei Verwendung der *Carpentier*schen Induktionsspule notwendig war.

Der Zeichengeber ist mit einem Handgriff aus Hartgummi ausgerüstet und befindet sich an demselben ein Kontakt von Kupfer auf Kupfer, welcher in Petroleum eintaucht.

In Fig. 62 ist ein Schema der verschiedenen Verbindungen gegeben.

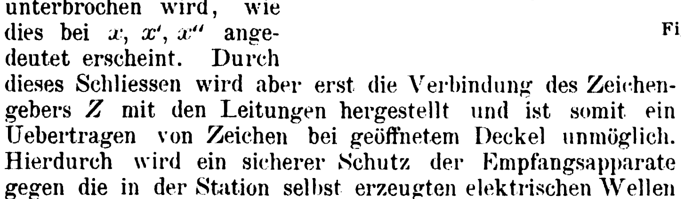
In dem Schaltungschema stellt B die Akkumulatoren-Batterie dar, welche für den Betrieb des Induktionsapparates, des Relais und des *Morse*apparates gemeinsam benutzt wird. Damit der Fritter von keinem zu starken Strom durchflossen wird, ist in dessen Stromkreis ein Potentiometer eingeschaltet, durch dessen Umstellung die Widerstände in diesem Stromkreis nach Bedarf verändert werden können. Es bezeichnen ferner in diesem Schaltungsschema U einen Umschalter, um die Einrichtung entweder auf Empfang oder Abgabe umstellen zu können, J den Induktionsapparat, M den *Morse*apparat, L einen Wecker zum Anrufen der Station, S einen Stöpselschalter, um den Relaisstromkreis entweder auf L oder M einstellen zu können, R stellt das Relais, F den Fritter, K den Klopfer zum Entfritten, Z den Zeichengeber, V ein Voltmeter, A ein Ampèremeter und Ma ein Milliampèremeter dar. C ist ein zu dem Induktionsapparat gehöriger Kondensator, f die Funkenstrecke des Induktorium, $s\ s$ zwei Selbstinduktionen und i, i', i'' induktionsfreie Nebenschlüsse. Die Widerstände dieser Nebenschlüsse betragen je 100 Volt. Die in dem Potentiometer mit 1—5 bezeichneten Widerstände betragen 200 Ohm für 1, 500 Ohm für 2, 800 für 3, 1500 für 4 und 2000 Ohm für 5. Die Widerstände der einzelnen Apparate sind wie folgt bemessen: Klopfer 200 Ohm, Relais, *Morse*apparat und Anrufklingel je 500 Ohm.

Die Luftstange wird entweder direkt mit einem Pole



des Fritters verbunden, in welchem Falle der zweite Pol desselben durch den Umschalter *u* mit der Erde verbunden wird, oder mit der Primärspule des mit V_1 bezeichneten Transformators, welche gleichfalls zur Erde führt.

Als Besonderheit dieser Einrichtung wird angegeben, dass sämtliche empfindlicheren Empfangsapparate, wie dies in Fig. 62 durch den dieselben umgebenden Rahmen angedeutet wird, von einem eisernen, in Charnieren beweglichen Gehäuse umgeben sind. Dieses Gehäuse bildet sonach einen Deckel für diese Apparate und ist die Anordnung so getroffen, dass bei Schliessen dieses Deckels die Verbindungen der von demselben bedeckten Apparate mit den Aussenleitungen unterbrochen wird, wie dies bei *x*, *x'*, *x''* angedeutet erscheint. Durch dieses Schliessen wird aber erst die Verbindung des Zeichengebers *Z* mit den Leitungen hergestellt und ist somit ein Uebertragen von Zeichen bei geöffnetem Deckel unmöglich. Hierdurch wird ein sicherer Schutz der Empfangsapparate gegen die in der Station selbst erzeugten elektrischen Wellen geboten.



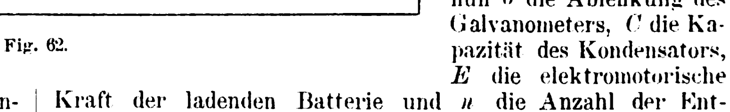


Fig. 62.

Die Untersuchungen von Tissot.

Der französische Marineleutnant *Tissot* hat gleichfalls eine Reihe sehr bemerkenswerter Untersuchungen über die Wirkungen der einzelnen bei der drahtlosen Telegraphie angewendeten Apparate durchgeführt, und ist es ihm insbesondere gelungen, das von *Décombe* angegebene Verfahren zur Messung der Periodenzahl der bei der drahtlosen Telegraphie zur Verwendung gelangenden Oszillationen unter Anwendung des rotierenden Spiegels in einer Weise zu vervollkommnen, wie es vor ihm noch niemals erreicht wurde. Er konnte hierdurch einige bisher noch nicht gekannte sehr interessante Eigentümlichkeiten der oszillierenden Entladungen nachweisen. Bei diesen Untersuchungen wurde der Erreger und der sich drehende Spiegel in zwei von einander annähernd 15 m entfernten Räumen aufgestellt. Die mit dem negativen Pole des Induktoriums verbundene Funkenkugel wurde mit der Sendestange in Verbindung gebracht. Die Funken erreichten 5—6 cm Länge. Ein Haupterfordernis war hierbei, den in den Versuchsraum einmündenden Teil der Sendestange so gut als möglich zu isolieren. Zu diesem Zwecke wurde die Maueröffnung, wie sich aus Fig. 63 ergibt, durch zwei starke Glasscheiben *g*, *g* abgedeckt und die Sendestange wagerecht durch die letzteren hindurchgeführt und luftdicht abgekittet. Um diese Stange von aussen in der wagerechten Lage zu erhalten, wurde sie bei *a* durch ein an Seidenfäden aufgehängtes Gewicht belastet.

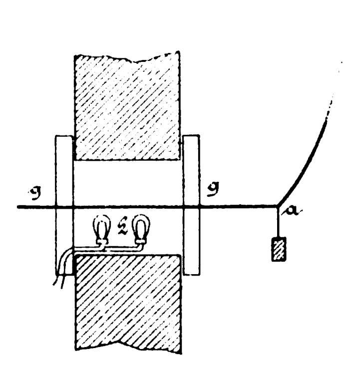


Fig. 63.

Der durch die zwei Glasscheiben abgeschlossene Hohlraum wurde durch zwei Glühlampen *L* erwärmt und hierdurch die feuchte Luft aus ihm entfernt. Diese Art der Isolation erwies sich als so vorzüglich, dass selbst bei dem schlechtesten Wetter kein ableitender Einfluss bemerkt werden konnte.

In Fig. 64 ist die Anordnung, deren sich *Tissot* bediente, um mit einem sich drehenden Spiegel Photographien der oszillierenden Funken anfzunehmen, schematisch dargestellt. *F* ist die Funkenstrecke, deren Funkenkugeln aus Platin bestanden. *L* ist eine Linse, die in unmittelbarer Nähe des Erregers und *E* eine zweite planzylindrische Linse die unmittelbar vor dem sich drehenden Spiegel *M* aufgestellt wurde. Unterhalb dieses Spiegels befand sich die photographische Platte *P* in horizontaler Lage. Die Umdrehungen des Spiegels wurden durch eine Reihe von Zahnradübertragungen bewirkt und zwar betrug die Umdrehungszahl des Spiegels ungefähr das Zwanzigfache derjenigen des ersten Zahnrades. Mit diesem stand ein drehbarer Kommutator in Verbindung, welcher 12 Entladungen in der Sekunde ermöglichte. Die Entladungen gingen durch ein mit einem Kondensator von der Kapazität 2 φ in passendem Nebenschlusse stehendes aperiodisches Galvanometer. Ist nun δ die Ablenkung des Galvanometers, C die Kapazität des Kondensators, E die elektromotorische Kraft der ladenden Batterie und n die Anzahl der Entladungen in der Sekunde, so ist $\delta = K \, . \, n \, C E$.

Um bei Gleichstrom den gleichen Galvanometerausschlag zu erhalten, muss das Verhältnis des Widerstandes des Stromkreises $R : \delta = K \dfrac{E}{R}$ sein.

Man kann nun leicht durch einfache Bestimmung der Werte von C und R die Anzahl der Umdrehungen des ersten Zahnradeingriffes bestimmen, da in diesem Falle $n = J / R C$ ist.

Die aus dem elektrischen Tachymeter bestimmte Umdrehungszahl wird nun durch Vergleich mit den Angaben eines Geschwindigskeitsmessers oder Tourenzählers richtig gestellt. Die Uebereinstimmung der beiden auf dem verschiedenartigen Wege festgestellten Grössen ist eine nahezu vollkommene. Die Winkelgeschwindigkeit wechselte stets zwischen 400—500 Umdrehungen in der Sekunde.

Das Bild des Funkens entsteht in einem Abstande von 35,5 cm von dem drehenden Spiegel. Bei einer Winkelgeschwindigkeit von 450 Umdrehungen in der Sekunde durchläuft das zurückgeworfene Strahlenbündel, welches die doppelte Geschwindigkeit hat, in dem Zeitraum von $^1/_{900}$ Sekunde einen Weg von $2 \pi \times 35{,}5$ cm $= 222$ cm. Ein Millimeter wird demnach von den rückgeworfenen Strahlen längs der photographischen Platte in $^1/_{900} \times 222$ einer Sekunde oder in $0{,}49 \times 10^{-6}$ Sekunden zurückgelegt.

Diese Berechnung ermöglicht es, die Periode der Oszillationen durch Messungen an dem erhaltenen photographischen Bilde genau zu bestimmen.

Fig. 64.

Die auf der photographischen Platte erhaltenen Bilder sind abwechselnd helle und dunkle Streifen, die der Folge der elektrischen oszillierenden Entladungen entsprechen.

Misst man nun der Reihenfolge nach die Entfernungen der auftretenden und stetig abnehmenden Maxima, so zeigt sich, dass sie nahezu gleich bleiben, wie sich dies aus nachfolgenden Ziffern ergibt, die für eine Umdrehungszahl des Spiegels von 450 in der Sekunde an einer derartigen Platte gemessen wurden.

Die erste Entfernung betrug 0,650 mm, die zweite 0,625 mm, die dritte 0,616 mm, die vierte 0,608 mm, die fünfte 0,605 mm und die sechste 0,598 mm. Um hieraus die Periode zu bestimmen, genügt es, die Zeit *t* zu kennen, die einer Verschiebung der reflektierten Strahlen um die gemessenen Entfernungen entspricht. Die erste dieser Entfernungen von 0,650 mm entspricht einem Zeitzwischenraum von $0{,}3185 \times 10^{-6}$ Sekunden.



Es ist hierbei zu bemerken, dass dieses Zeitintervall die halbe Periode der sich folgenden Oszillationen bedeutet, wobei sich die Richtung der zwischen den beiden Funkenkugeln überspringenden Funken bei jedem Funken ändert.

Der Wechsel der Richtung des Funkens ist an den Abbildungen leicht zu erkennen, indem die hellen Streifen einmal an der oberen, das andere Mal an der unteren Hälfte der Photographie sich zeigen. Ebenso wie die Entfernungen zwischen den einzelnen Maximas abnehmen, ebenso ändern sich auch die Zeiten dieser Abnahme entsprechend. Diese Dauer nimmt daher gleichfalls allmählig ab.

Die Untersuchungen zeigen in der deutlichsten Weise, dass die *Hertz*schen Schwingungen nicht mit den Schwingungen eines freien Pendels, dessen Schwingungen nicht durch neue Anstösse aufrecht erhalten werden, verglichen werden dürfen. Die Bewegung ist nicht die eines absterbenden Pendels, indem die Periode nicht konstant bleibt, trotzdem die Schwingungen allmählig abnehmen.

Untersuchung der verschiedenen Transmissionsanordnungen.

Bei diesen Versuchen wurden die in den Fig. 65—70 dargestellten 6 Anordnungen erprobt. Bei der Anordnung Fig. 65 ist von den mit dem Induktorium in Verbindung stehenden Funkenkugeln die negative mit dem Luftdrahte, die positive mit der Erde verbunden.

Die Anordnung in Fig. 66 unterscheidet sich von der vorhergehenden dadurch, dass zwischen Erde nud Luftdraht noch ein Kondensator zwischengelegt ist. Bei der Anordnung Fig 67 ist der Kondensator zwischen Luftstange und Funkenkugel gelegt. Bei den Anordnungen Fig. 68—70 erscheint der Luftdraht stets unmittelbar mit der Erde verbunden, und erfolgt die Uebertragung der vom Erreger erzeugten *Hertz*schen Wellen durch eine Art Transformator, indem ein Teil des Luftdrahtes um die Windungen des Erregers, welche das *Hertz*sche Feld konzentrieren, gelegt ist. Die Unterschiede dieser drei Anordnungen sind nur geringe. Bei der ersten (Fig. 68) befindet sich der Kondensator in der Mitte des konzentrierenden Drahtteiles und wird die Windung der Sendestange parallel zu letzterem gelegt. Bei den beiden Anordnungen Fig. 69 und 70 werden die Windungen des Konzentrators von den Windungen der Sendestange umgeben.

In Fig. 69 ist nur ein Kondensator und zwar in den von der negativen Kugel abgehenden Drahtteil eingeschaltet, wogegen bei der Anordnung Fig. 70 zwei solcher Kondensatoren sich finden und zwar je einer in den beiden von den Funkenkugeln abgehenden Drahtteilen.

Eine Uebermittelung kann mit allen diesen Anordnungen erreicht werden. Während dieselbe jedoch mit den Anordnungen Fig. 65, 67—70 in sehr guter Weise ermöglicht ist, hat sich die Anordnung Fig. 66 als bedeutend schlechter erwiesen. Die beiden Anordnungen 65 und 67 sind als vollkommen gleichwertig befunden, doch ist die Anordnung 67 aus dem Grunde vorzuziehen, weil die Zwischenschaltung des Kondensators einen gewissen Schutz gewährt.

Die Anordnungen Fig. 68—70 bildeten den Hauptteil der Studien von *Tissot*.

Bei der Anordnung Fig. 68 wurde jener Teil der Luftstange, welcher als der sekundäre Teil des Transformators zu betrachten ist, aus 7 Drähten gebildet, die in eine dicke, kreissegmentförmige Kautschuckröhre eingeführt waren. Der Halbmesser des Kreissegmentes betrug 25 cm. Die Röhre wurde an den primären Teil des Transformators, der gleichfalls aus 7 in eine Kautschuckröhre eingesetzten Drähten bestand, die jedoch an zwei Stellen unterbrochen waren, parallel angelegt. Der zwischen die Primäre gelegte Kondensator bestand aus mehreren Leydenerflaschen.

Die Gruppierung der benachbarten Stromkreise in den Fig. 69 und 70 wurde durch mit Kautschuck überzogene Drähte erzielt, die in ein oder zwei Windungen von 19 cm Halbmesser parallel gewunden waren.

Die Kapazität der verwendeten Leydenerflaschen betrug 120, 450 und 1250 elektrostatische Einheiten.

Mit der in Fig. 70 dargestellten Anordnung wurden verschiedene Kapazitäten verbunden und für jede derselben die mittlere Periode der Schwingungen mittels des sich drehenden Spiegels bestimmt und hieraus die Länge der zur Anwendung gelangten Wellen berechnet. Auf diese Weise wurden die folgenden Werte erhalten.

Eingeschaltete Kapazität	Mittlere Periode	Länge der Wellen
4 × 1250 E. E.	$1,50 \times 10^{-6}$ Sek.	450 m
2 × 1250 „	$1,04 \times 10^{-6}$ „	312 „
1 × 1250 „	$0,68 \times 10^{-6}$ „	204 „
2 × 450 + 4 × 120 E. E.	$0,70 \times 10^{-6}$ „	210 „
2 × 450 E. E.	$0,56 \times 10^{-6}$ „	168 „
4 × 120 „	$0,40 \times 10^{-6}$ „	120 „
1 × 120 „	$0,22 \times 10^{-6}$ „	66 „

Wiewohl nun die Nachrichtenvermittlung mit allen diesen verschiedenen Anordnungen jederzeit eine tadellose war, so kann deren Wert doch nicht als gleichmässig angesehen werden. Es ist hierbei nämlich sehr schwer, Differenzen zu schätzen, so lange der Empfang nicht dadurch beeinträchtigt wird, dass der Wert der Transmission bis unter eine gewisse Grenze herabsinkt, die von der Empfindlichkeit des Fritters und der Uebertragungsentfernung abhängt. Ueberhalb dieser Grenze wird die Schätzung des Wertes der Uebertragung immer eine zweifelhafte bleiben. *Tissot* ist es jedoch gelungen, auch diesen Wert durch ein auf Messung des Widerstandsabfalles des Fritters beruhendes Verfahren annähernd zu bestimmen.

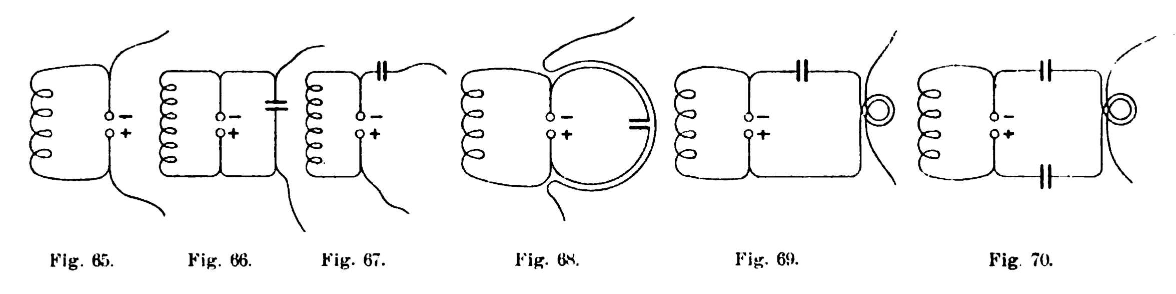


Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67. Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen hat sich gezeigt, dass die Anordnungen 68 und 69 in Bezug auf die Uebertragung bei gleicher Periode vollkommen gleichwertig sind.

Bei der Anordnung 69 wurde die beste Uebertragung mit einer Kapazität von 2 × 450 elektrostatischen Einheiten erzielt. Die Länge der korrespondierenden Welle betrug 168 m. Wenn man berücksichtigt, dass bei diesen Versuchen die Luftstangen eine Höhe von 40 m hatten, so ergibt sich, dass die Beziehung $\lambda = 4h$ zwischen der Wellenlänge und der Höhe der Luftstange der besten Uebertragung entspricht.

Vergleichende Versuche für die Anordnung des Empfängers.

a) *Einschaltung eines Leiters zwischen Luftdrähte und Fritter.* Der Wert der Uebertragung scheint durch die Zwischenschaltung eines derartigen Leiters nicht abgeändert zu werden. Ob ein Leiter von der viertel, halben oder ganzen Länge der Auffangstange eingeschaltet wurde, blieb sich für die Güte des Empfanges gleich. Bei den weiteren Versuchen, die Eigenschaften des sogenannten interferenten Feldes für die drahtlose Telegraphie auszunützen, konnte *Tissot* keine praktische Verbesserung des Empfanges feststellen, trotzdem er die verschiedensten Anordnungen verwendete. Dagegen hat *Slaby* durch Ausnützung der Eigenschaften des interferenten Feldes gewisse selektive Wirkungen erzielt, welche jedoch zu wenig kräftig waren, um eine wirklich praktische Abstimmung herbeizuführen. Wurde an Stelle eines gradlinigen Leiters, welcher entweder nur eine geringe oder gar keine Induktanz hatte, zwischen Auffangstange und Fritter ein Leiter eingeschaltet, welcher

eine bemerkbare Selbstinduktion aufwies, so trat eine bedeutende Schwächung des Wertes des Empfanges ein. Man kann auf diese Weise die Aufnahme ganz unmöglich machen, wenn man hierfür eine Selbstinduktionsspule von genügender Induktanz einschaltet.

b) Einwirkung von benachbarten und parallelen Leitern auf den Auffangdraht. Wenn sich in der Nachbarschaft der Auffangstange zu ihr parallele Leiter befinden, welche mit der Erde verbunden sind, so schwächt sich der Wert des Empfanges ab, der Empfang wird unsicher und kann sogar gänzlich unmöglich werden. Schon vorher konnte *Tissot* den hindernden Einfluss auf den Empfang konstatieren, welchen das Tauwerk an den Masten der Schiffe auf die Aufnahme der Nachrichten ausübte. Die auf einem Schiffe zur Anwendung gelangende Auffangstange muss daher möglichst frei aufgestellt werden, um sie in eine gute Bedingung für den Empfang zu bringen.

Sobald die Empfangsstelle von der Sendestelle nicht allzuweit entfernt ist, kann man von zwei Auffangstangen, deren jede mit einem Fritter in Verbindung steht, Nachrichten aufnehmen. Dies ist auf weitere Entfernungen auch dann noch möglich, wenn sehr empfindliche Fritter zur Verwendung gelangen. Sobald sich jedoch die Sendestation so weit entfernt befindet, dass man schon an der Grenze des Empfanges angelangt ist, wird der gleichzeitige Empfang durch beide Auffangstangen unmöglich. Wenn in diesem Falle die Aufnahme durch eine dieser Auffangstangen genau ist, so verschwinden die Zeichen in der anderen Station gänzlich. Im allgemeinen wird die Aufnahme an beiden Stellen unzuverlässlich werden. Nimmt man jedoch die eine Auffangstange weg, so dass man nunmehr eine Aufnahmestelle hat, so wird die Aufnahme wieder vollkommen. Dieselbe wird auch dann wieder gut, wenn man die beiden Enden der Aufnahmestangen mit demselben Empfänger verbindet.

c) Oberfläche des Empfangdrahtes. Es ist ausser Zweifel, dass eine Vergrösserung der Oberfläche des Auffangdrahtes die Aufnahme verbessert. Durch Versuche wurde nachgewiesen, dass eine aus einem grossen metallischen Netze gebildete Auffangvorrichtung die Aufnahme zu einer besseren bezw. sicheren gestaltet, als bei Verwendung einer Auffangvorrichtung, welche nur aus einem einfachen metallischen Faden besteht. Diese Wirkung ist nun wie *Tissot* nachgewiesen hat, weder von der Form noch von der Kapazität der Auffangvorrichtung, sondern einzig und allein von deren Oberfläche abhängig. Da die Verbesserungen in der Aufnahme jedoch nicht bedeutend sind, so ist es bei der Schwierigkeit, derartige grossflächige Auffangvorrichtungen aufzustellen und zu erhalten, besser, sich auf die Anwendung der einfachen geraden Auffangstangen zu beschränken,

d) Einfluss eines zylindrischen, einen Schirm bildenden Leiters auf die Auffangvorrichtung. Bildet man die Auffangstange aus einem bleibedeckten Kabel, dessen Bleiumhüllung auf eine grössere oder geringere Entfernung weggenommen wird, so lassen sich die wirksamsten Teile der Auffangvorrichtung genau feststellen.

Stellt in Fig. 71 *EE'* den äusseren zylindrischen Leiter und *aa'* den Draht der Auffangvorrichtung dar, so ergeben sich folgende Tatsachen:

1. Sind *EE'* und *aa'* von einander isoliert, so ist ein Empfang unmöglich, wenn der Draht bei *a'* mit dem Fritter verbunden wird. Wird hingegen *E'* mit dem Fritter verbunden, so ist die Aufnahme eine tadellose.

2. Verbindet man die beiden Enden von *E* und *a* miteinander und stellt die Verbindung des Fritters entweder mit *a'* oder *E'* her, so bleibt die Verständigung in beiden Fällen eine gleich gute und unterscheidet sich von der Verständigung mit einer normalen Einrichtung nicht.

3. Wird der Schirm, also in diesem Falle die Bleiumhüllung, von oben herabgehend nach und nach von dem eigentlichen Leiter *aa'* losgeschält, so dass der Leiter blank bleibt, wie sich dies aus Fig. 71 B bis F ergibt, so wird der Empfang vorerst unmöglich, allein mit fortschreitender Länge der losgelösten Bleihülle wird der Empfang nach und nach regelmässig, schliesslich aber wieder unregelmässig.

Nachstehend sind die mit einer 40 m hohen Auffangstange gewonnenen Ergebnisse aufgezeichnet, bei welcher die Bleiumhüllungen nach Fig. 71 von Meter zu Meter losgelöst wurde bis auf 20 m vom Boden.

Länge des blanken Drahtes	Wert des Empfanges bei Verbindung des Fritters mit	
	a'	*E'*
0 m	Null	Gut
10 „	Null	Gut
12 „	Schlecht	Mittelmässig
14 „	Null	Null
18 „	Mittelmässig	Schlecht
20 „	Gut	Gut

Diese Ergebnisse scheinen zu zeigen, dass der wirksamste Teil der Auffangstange der obere Teil ist. Man kann tatsächlich das Ergebnis der Aufnahme, wie es mit dem Leiter (Fig. 71 F) erzielt ist, dahin auslegen, dass der beobachtete gute Empfang dem Umstande zuzuschreiben

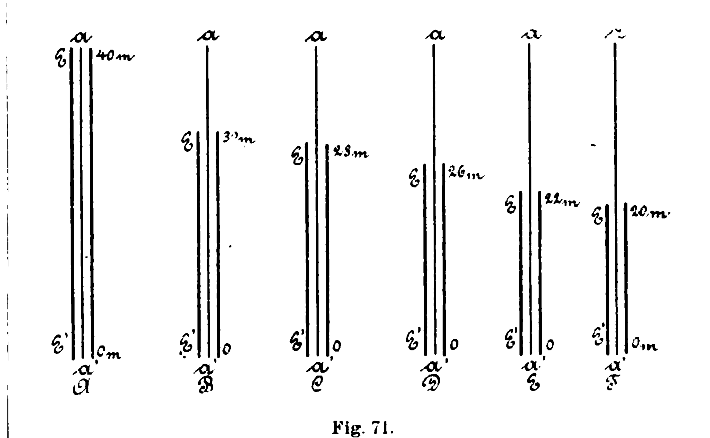


Fig. 71.

ist, dass die obere Hälfte des als Aufnehmers zu bezeichnenden Leiters blank war. Der gute Empfang mit *EE'* kann möglicherweise dem zugeschrieben werden, dass die Konzentration der Wellen längs des ganzen Leiters *a E'* so stattfindet, als wenn derselbe ununterbrochen wäre, wobei die Nähe der beiden Leiter die Annahme gestattet, dass die beiden Leiter in dem Falle, dass *E'* mit dem Fritter verbunden ist, als ein Leiter gleich der Länge von *aa'* d. i. von 40 m betrachtet werden können.

In dem Falle der Fig. 71 B ist der obere blanke Teil der eigentlichen Auffangstange nicht genügend, um eine gute Aufnahme mit *aa'* zu erzielen. Dagegen lässt der gute Empfang durch *EE'* sich dem zuschreiben, dass die Wellen in dem blanken Teile von *a'* hinreichend konzentriert sind, um auf *EE'* übertreten zu können.

Die durch die Fig. 71 C, D, E dargestellten Lagen der Aufnahmestange ergeben dagegen Erscheinungen, die sich viel schwerer erklären lassen, da man sonst, wenn der Fritter mit *E'* verbunden ist, unter Bezugnahme auf die vorhergehend erklärten Erscheinungen eine Aequivalenz eines derartigen Empfängers mit einer gewöhnlichen Empfangsstange annehmen kann. In diesem Falle müsste die Aufnahme immer schlechter werden, je mehr die Umhüllung von dem eigentlichen Leiter weggenommen wird. Im Gegensatze hierzu müsste sich der Empfang bei weiterer Entblössung des Hauptleiters immer mehr verbessern, wenn derselbe mit dem Fritter in Verbindung steht.

Da dies jedoch, wie sich aus den Beobachtungen ergibt, nicht der Fall ist, so muss dieser Erscheinung eine andere Ursache zu Grunde liegen. Die Ergebnisse dem Auftreten von Interferenzerscheinungen zuzuschreiben, lässt sich mit der von *Tissot* festgestellten Tatsache nicht leicht vereinigen, dass der beste Empfang dann eintritt, wenn die entsendete Wellenlänge der vierfachen Höhe der Aufnahmestange entspricht. Es ist hierbei, wiewohl diese Tatsache noch keine bestimmte Erklärung gefunden hat, festzustellen, dass die drei Abschnitte, bei denen eine gute Aufnahme durch die Umkleidung der Aufnahmestange erfolgt, genau der ganzen, dreiviertel und ein halb der normalen Höhe dieser Stange entsprechen, wogegen jene Längen, welche nicht in einem

einfachen Verhältnisse zu der ganzen Länge stehen, ungünstige Ergebnisse lieferten.

Es wäre sicher wünschenswert diese Versuche nicht nur zur Beglaubigung der gewonnenen Ergebnisse zu wiederholen, sondern dieselben noch weiter dahin auszudehnen, dass die Entblössung des Hauptdrahtes bis zum unteren Ende desselben fortgesetzt wird, und dass diese Versuche auch in umgekehrter Richtung, d. h. mit Beginn der Entblössung von unten vorgenommen werden. Auch wäre es von Interesse, den Einfluss einer teilweisen Entblössung in den mittleren Teilen der Untersuchung zu unterwerfen.

(Schluss folgt.)

Zweiter Bericht über den V. Internationalen Kongress für angewandte Chemie.

Elektrochemie und physikalische Chemie. Sektion X.

Den ersten Vortrag hielt Professor *J. Traube* (Berlin) über einen *„Versuch über die kritische Dichte“*, der durch Herrn *Gustav Teichner* vorgeführt wurde und folgenden Gegenstand betraf: Komprimiert man ein Gas stark, so kann es verflüssigt werden, wenn man seine Temperatur unterhalb einer Grenze hält, die z. B. für Kohlensäure bei 31° C. liegt. Oberhalb 31° C., der *kritischen* Temperatur, kann Kohlensäure durch keinen noch so hohen Druck verflüssigt werden. Füllt man ein dickwandiges Glasrohr zum Teil mit flüssiger Kohlensäure, schliesst das Rohr und erwärmt es, so verschwindet bei 31° C. die Trennungsfläche zwischen Flüssigkeit und Gas, der sogenannte *Meniskus*, und der Inhalt der Röhre erscheint gleichförmig. Man nimmt an, dass bei der kritischen Temperatur der Unterschied zwischen Flüssigkeit und Gas verschwindet, dass die Dichte von Flüssigkeit und Gas bei dieser Temperatur gleich ist.

Teichner projizierte nun auf einen Wandschirm das Bild eines solchen Röhrchens, das zur Hälfte mit Tetrachlorkohlenstoff, einer aus 4 Atomen Chlor und 1 Atom Kohlenstoff bestehenden, leichtflüchtigen Flüssigkeit gefüllt war, und erwärmte langsam auf die kritische Temperatur, in diesem Falle 280° C. In der Röhre befanden sich kleine Glasballons von verschiedenem spezifischen Gewichte. Nachdem der Meniskus verschwunden war, sah man die meisten Kügelchen an der Stelle, wo der Meniskus verschwand, sich ansammeln. Es waren also auch bei der kritischen Temperatur, ja noch erheblich über ihr, Dichteunterschiede im Rohr vorhanden.

An diesen hübschen Versuch knüpfte *Traube* theoretische Erörterungen, in denen er im Gegensatz zu den üblichen Anschauungen keinen scharfen Unterschied zwischen den Begriffen Flüssigkeit und Gas (unterhalb der kritischen Temperatur) annimmt, sondern Flüssigkeit als Lösung von Gasteilchen („Gasonen“) in Flüssigkeitsteilchen („Fluidonen“), und umgekehrt gesättigten Dampf als Lösung von Fluidonen in Gasonen ansieht. Er berechnet, dass bei gewöhnlicher Temperatur in der Flüssigkeit 10 v. H. Gasonen enthalten sind.

In der anschliessenden, kurzen Diskussion bestritt Professor *Tamman* (Göttingen) die Notwendigkeit einer solchen neuen Theorie und erklärte die beobachtete Erscheinung durch die grosse Veränderlichkeit der Dichte in der Nähe der kritischen Temperatur.

Sehr interessant war der nun folgende Vortrag von Professor Dr. *W. Nernst* (Göttingen) *„Ueber Dampfdichtebestimmuugen bei sehr hohen Temperaturen“*.

Ich habe kürzlich in dieser Zeitschrift[1]) über Versuche mit elektrolytischen Glühkörpern berichtet und erwähnt, dass *Rasch* aus solchen Körpern, d. h. den Erden, wie sie in der *Nernst*lampe als Leuchtkörper dienen, einen elektrischen Widerstandsofen konstruiert hat.

Auch *Nernst* ist dazu gelangt, eine kleine Röhre aus solchen Substanzen, und zwar aus einer Mischung von Zirkon und Yttriumoxyd, als elektrischen Ofen zu verwenden. Der von ihm vorgeführte Ofen hat freilich sehr kleine Abmessungen, weil Materialschwierigkeiten bisher die Ausführung in grösserem Masstabe verhinderten. Als Zuleitungen dienen Platinelektroden. Nachdem durch Erhitzen mit einer Gasflamme die Substanz leitend geworden war, wurde ein Strom von 110 Volt und 2—4 Amp. hindurchgeschickt, der das Röhrchen zu blendender Weissglut erhitzte. Das Ende eines hineingehaltenen, dicken Platiniridiumdrahtes schmolz sofort zu einer kleinen Kugel. Aus der Lichtausstrahlung berechnet *Nernst* die Temperatur im Innern des Ofens zu 2500° C.

Etwas grössere Abmessungen hat ein anderer, von *Nernst* vorgezeigter elektrischer Ofen, der aus einem weiten Rohre von Iridium besteht, dem an Elektroden aus Platin ein sehr starker Strom zugeleitet wird. Die obere Zuleitung wird aus biegsamem Kupferband gebildet, weil sich das Iridiumrohr beim Erhitzen erheblich ausdehnt. Um auf die höchste, ohne Gefährdung des Apparates erreichbare Temperatur zu erhitzen, das sind 1950° C., wird aus einem Transformator ein Strom von 1000 Amp. und 2—3 Volt entnommen. Zur Verminderung von Wärmeverlusten ist der Ofen mit Magnesia und Asbest umpackt.

Diesen Ofen benutzt *Nernst*, um Dampfdichtebestimmungen bei 1950° C. auszuführen.

Dampfdichtebestimmungen haben für den Chemiker grossen Wert, weil nach der von *Avogadro* 1811 aufgestellten und später allgemein angenommenen Hypothese alle Gase in gleichem Volumen bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleichviel kleinste, selbständig existierende Teilchen (die man Moleküle nennt) enthalten. Demgemäss verhalten sich die Gewichte der Moleküle verschiedener Stoffe in gasförmigem Zustande wie die spezifischen Gewichte der Gase, d. h. wie die „Dampfdichten“. Bezieht man auf ein bestimmtes Gas z. B. Sauerstoff, (dessen Molekulargewicht = 32 gesetzt wird), so erhält man aus der Dampfdichte das *„Molekulargewicht“* der betreffenden Substanz im Gaszustande. Kennt man nun aus chemischen Analysen das relative Gewicht eines *Atomes* des betreffenden Stoffes, so ergibt sich auch, wieviel Atome das Molekül des betreffenden verdampften Stoffes bilden.

Als Gefäss, in dem die zu untersuchenden Substanzen verdampft werden, dient ein länglich birnenförmiges Gefäss von *Iridium*, an das ein engeres Platinrohr angeschweisst ist. Dieses Gefäss wird in das Iridiumrohr eingesenkt und auf 1950° C. erhitzt, dann die abgewogene Substanz hineingebracht und das entwickelte Gasvolumen bestimmt. Durch ein von Wasser durchströmtes Kupferrohr wird der obere Teil des Apparates gekühlt, so dass ein Gummischlauch angesetzt werden kann.

Da Iridium äusserst spröde ist und sich nur bei blendender Weissglut einigermassen bearbeiten lässt, so ist die Herstellung der beschriebenen Apparate ein neuer, schöner Erfolg, den die berühmte Firma *Heräus* in Hanau errungen hat.

Freilich sind auch die Abmessungen dieses Iridiumglühofens bescheiden und nur sehr kleine Substanzmengen können in der Iridiumbirne verdampft werden, weil der Rauminhalt der Birne nur wenige Kubikzentimeter beträgt und die Stoffe in Dampfform einen sehr grossen Raum einnehmen, zumal bei so hoher Temperatur.

Kaum mehr als 1 Milligramm oder weniger Substanz verwandte *Nernst* zu seinen Dampfdichtebestimmungen.

Um so winzige Gewichte noch genau zu bestimmen, konstruierte sich *Nernst* eine besondere Wage. Um einen kurzen, haarfeinen Quarzfaden als Achse schwingt ein langer Glasfaden als Wagebalken, dessen rechter Arm am Ende ein Häkchen trägt, während der linke Arm schräg nach unten gebogen ist und mit seiner Spitze als Zeiger vor einer Skala spielt. Die Wage wird derart geaicht, dass man in das Häkchen ein bekanntes Gewicht hängt und den Ausschlag an der Skala beobachtet. Als solche Normalgewichte benutzt *Nernst* Bügel aus feinem Draht, die $^1/_5$ mg wiegen. Die zulässige Höchstbelastung der Wage beträgt nur 2 mg,

[1]) D. p. J. 1903, **318**, S. 416.

die Empfindlichkeit $^{1}/_{1000}$ mg. Letztere ist also 100 mal grösser als die der üblichen chemischen Wagen, auf denen doch ein kleiner Papierschnitzel schon einen grossen Ausschlag verursacht. Die zur Vergasung bestimmten Substanzmengen werden in winzigen Eimerchen aus Platin oder seltenen Erden abgewogen. Trotz ihrer Zierlichkeit ist die Wage so gut transportabel, dass sie *Nernst* ohne Schaden auf seinem Automobil von Göttingen nach Berlin mitnehmen konnte.

Mit diesen Apparaten erhielt *Nernst* unter anderen folgende Zahlen. Als er 0,1961 mg Wasser vergaste, berechnete sich aus dem gemessenen Dampfvolumen ein Molekulargewicht (17,1), das kleiner ist, als der Formel des Wassers ($H_2O = 2 + 16 = 18$) entspricht. Er schliesst daraus, dass Wasserdampf bei 1950° C. sich schon ein wenig zersetzt. Den gleichen Schluss ergaben die Messungen für Kohlensäure.

Sehr interessant ist das Ergebnis bei Schwefel, dessen Dampfdichte bei 1950° das Molekulargewicht 36—38 entspricht; da das Atomgewicht des Schwefels = 32 ist, so folgt, dass Schwefeldampf bei dieser hohen Temperatur grossenteils in Atome zerfallen ist.

Schon die Versuche des berühmten Chemikers *Viktor Meyer*, der selber viel Dampfdichtebestimmungen bei möglichst hoher Temperatur anstellte, lehrten, dass, je höher die Temperatur, um so einfacher die Moleküle der Stoffe aufgebaut sind, eine Erfahrung, die durch die neuen Versuche von *Nernst* eine wertvolle Bestätigung erfährt.

Dr. O. Fröhlich (Berlin) berichtete „über einen *neuen elektrischen Widerstandsofen*". Er beschränkte sich darauf, ausführlich die Anforderungen zu erörtern, die man an Konstruktion und Wirtschaftlichkeit eines elektrischen Widerstandofens stellen muss; nähere Angaben aber über das Material, aus dem er seinen Ofen aufbaut, verweigerte er aus patentrechtlichen Gründen. Auch die Besichtigung des Ofens lohnte sich infolgedessen nicht sehr. Das Material besteht aus grossen weissen Platten, der Strom wird ihm durch eingeschmolzene Kohlenstäbe zugeführt. Hoffentlich entsprechen die Leistungen des Ofen den vom Erfinder gehegten Erwartungen. Sollten genauere Angaben später zu erlangen sein, so behalte ich mir vor, in dieser Zeitschrift weiter über die Sache zu berichten.

Prof. Dr. *F. W. Küster* (Clausthal) sprach über: Dissoziationsdruck von Sodalösungen". Aus diesem Vortrage sei erwähnt, dass es dem Vortragenden nach seiner Angabe gelang, aus Sodalösung (Soda = kohlensaures Natron Na_2CO_3), die auf 90° erwärmt war, etwa die Hälfte ihrer Kohlensäure zu entfernen, indem er sie in eine 7 m lange Silberrohrspirale füllte und monatelang kohlensäurefreies Gas hindurchstreichen liess.

*Doppel*kohlensauren *Salzen*, den *Bikarbonaten*, (z. B. doppelkohlensaurem Natron, $NaHCO_3$) lässt sich bekanntlich sehr leicht Kohlensäure entziehen; so kann, wie auch in der Diskussion erwähnt wurde, aus hartem Wasser, der als doppelkohlensaurer Kalk (Calciumbikarbonat), in Lösung befindliche Kalk durch Einleiten von Luft als unlöslicher (einfach) kohlensaurer Kalk (Calciumkarbonat $CaCO_3$) ausgefällt werden. Eine Lösung von Natriumbikarbonat gibt beim Kochen Kohlensäure ab; *Küster* hat gezeigt, dass die Zersetzung unter besonderen Umständen noch erheblich weiter getrieben werden kann.

Professor *Guntz* (Nancy) zeigte *Barium*metall, dass er durch Erhitzen von Bariumamalgam gewonnen hatte. Ebenso wie im Kupfervitriol, dem schwefelsauren Kupfer, das Kupfer, so ist im Schwerspat, dem schwefelsauren Baryt, das Bariummetall enthalten. Dieses Metall ist ebenso wie das des Kalks, das Calcium, schwer abzuscheiden, weil es sich leicht mit dem Sauerstoff der Luft verbindet. Beim Barium kommt noch die Schwierigkeit hinzu, dass es sich mit der Kieselsäure sehr leicht verbindet, also Porzellangefässe angreift; auch mit Wasserstoff verbindet es sich.

Um Bariumamalgam zu gewinnen, leitet man einen elektrischen Strom durch eine wässrige Lösung von Chlorbarium; dann scheidet sich am negativen Pol Barium aus, das sofort das Wasser zersetzen würde, wenn man nicht als negativen Pol eine Quecksilberschicht anwendet, in der das Bariummetall als Amalgam gelöst wird. So erhielt *Guntz* eine 3 prozentige Lösung von Barium in Quecksilber. Durch Abdestillieren des Quecksilbers in besonders konstruierten, luftleer gepumpten Retorten konnte er stufenweise 10 prozentiges, 60 prozentiges, 95 prozentiges Amalgam und schliesslich Bariummetall erhalten, dass nur noch 0,8 v. H. Quecksilber enthielt. Das erhaltene schwere Metall ist silberweiss.

In seinem Vortrage: „Ueber elektrische Masseinheiten" berichtete Professor *Nernst* (Göttingen) über die Vorschläge der *Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie* (früher *Deutschen elektrochemischen Gesellschaft*), die eine einheitliche Festsetzung der Zeichen für häufig vorkommende Begriffe, wie Zeit, Temperatur, Leitfähigkeit usw. bezwecken. Im Anschluss daran gab *Ch. Marie* (Paris) den Bericht der auf dem Pariser Kongress im Jahre 1900 ernannten Masseinheitenkommission, der manche Meinungsverschiedenheiten enthüllt. Gegen die Vorschläge der *Bunsengesellschaft* sprach Prof. Dr. *A. A. Noyes* (Boston, Mass.), der ein ganz neues in sich abgeschlossenes und folgerichtiges System der Bezeichnung durch Buchstaben für zweckmässiger hält und die Einsetzung einer internationalen Kommission beantragt, die ein solches System ausarbeiten soll. Dieser Antrag von *Noyes* wurde mit grosser Mehrheit abgelehnt und die von der *Deutschen Bunsengesellschaft* zusammengestellte Tabelle angenommen, mit der Massgabe, dass ihre Benutzung zwar nicht erzwungen, wohl aber allen Fachgenossen angelegentlichst empfohlen werden soll. Hiernach sollen künftig folgende Buchstabenbezeichnungen gelten:

Variable.

p, P	gewöhnlicher und osmotischer Druck.
v	Volumen.
T	abs. Temperatur.
Θ	Celsiustemperatur.
t	Zeit.
δ	Dichte.
Δ	Dampfdichte, bezogen auf Luft.
$\pi_0, \varphi_0, \vartheta_0$	kritische Grössen (Druck, Volum, Temp.)
π, φ, ϑ	reduzierte Zustandsgrössen (Druck, Vol., Temp.)
Q	Wärmemenge.
U	innere Energie.
a	Atomgewicht ($O = 16$).
M	Molekulargewicht ($O_2 = 32$).
c	spez. Wärme.
c_p, c_v	spez. Wärme bei konst. Druck, bezw. Volum.
$C_p = c_p M$, $C_v = c_v M$	Molekularwärme bei konst. Druck, bez. Volum.
N	Brechungskoeffizient.
$\varkappa$	Leitfähigkeit in reziproken Ohm f. d. cm-Würfel.
η	Konzentration (gr.-Aequivalente f. d. ccm).
$\Lambda = \frac{\varkappa}{\eta}$	Aequivalentes Leitvermögen.
Λ_∞	Aequivalentes Leitvermögen bei unendlicher Verdünnung.
γ	Dissoziationsgrad.
K	Gleichgewichtskonstante des Gesetzes der chem. Massenwirkung.
E	Spannung.
W	Widerstand.
I	Stromintensität.
ε	Einzelpotential, Zersetzungsspannung.
ε_h	Potential gegen eine normale Wasserstoffelektrode.
ε_c	Potential gegen eine normale Calomelelektrode.

Konstante.

R	Gaskonstante auf 1 Mol bezogen.
A	mechan. Wärmeaequivalent, $41.98 \cdot 10^6$ erg auf die 15° - gr - cal.
	Valenzladung (96540 Coulombs f. d. gr - Aequivalent).

Abkürzungen im Text.

$2\,n\,H_2SO_4$	usw. für zweifach aequivalent normale Schwefelsäure usw.
$H^{\cdot}, Cl', Ba^{\cdot\cdot}$	usw. für einfach positiv geladenes *H*-Jon, einfach negativ geladenes *Cl*-Jon, doppelt positiv geladenes *Ba*-Jon usw.

Der nächste Vortrag: „*Ueber die Spaltung des Kohlenoxyds*" von Privatdozent *Dr. Rudolf Schenck* (Marburg) be-



handelt den Zerfall des Kohlenoxyds in Kohle und Kohlensäure bei Gegenwart fein verteilter Metalle, insbesondere von Eisen und von Nickel und teilte viele Zahlenbelege über die Geschwindigkeit der Reaktion mit, aus denen sich aber kein klares Bild über den eigentlichen Verlauf der Zersetzung gewinnen lässt. In der Diskussion wird auf verschiedene Fehlerquellen, die in der Versuchsanordnung beruhen, aufmerksam gemacht.

Dann sprach Ingenieur *L. Ancel* (Paris) über: „*Sur les variations de résistance électrique, sous l'influence de la lumière, des corps autres que le selenium (par exemple noir de fumée etc.)*“ Das dem Schwefel verwandte chemische Element Selen hat die merkwürdige Eigenschaft, dass seine Leitfähigkeit für den elektrischen Strom durch Belichtung bedeutend erhöht wird. Diese Eigenschaft hat man zu einer Art Telephonie ohne Draht verwertet, indem man das Licht eines elektrischen Scheinwerfers, dessen Lichtbogen durch Töne in Schwingungen versetzt ist, auf eine „Selenzelle“ fallen lässt, die mit einem Telephon zusammen in den Stromkreis einer galvanischen Batterie geschaltet ist. Der Widerstand des Selens ändert sich dann in gleichem Masse wie die Belichtung. damit auch der Strom, der das Telephon durchfliesst und zum Tönen bringt.

Eine solche Uebertragung auf mehrere Kilometer wurde z. B. vor zwei Jahren der Naturforscherversammlung in Hamburg vorgeführt und gelang ausgezeichnet.

Ancel versuchte das Selen durch andere Stoffe zu ersetzen und untersuchte auch Russ, der sich bedeutend weniger empfindlich als Selen zeigte. Dagegen ist die Empfindlichkeit einer mit Russ bedeckten Selenschicht grösser als die jedes der Körper einzeln.

Zur theoretischen Erklärung nimmt *Ancel* an, das Licht wirke ähnlich wie elektrische Wellen auf den „Kohärer“ in der Telegraphie ohne Draht.

Erwärmung erhöht gleichfalls die Leitfähigkeit berusster Selenschichten, während auf Tellur und Metallfolie die Wärme entgegengesetzt wie das Licht wirkt.

Die Vorträge von Privatdozent *Dr. Max Bodenstein* (Leipzig) und Professor Dr. *Guido Bodländer* (Braunschweig) über die „*Chemische Kinetik der Kontaktschwefelsäure*“ behandeln die theoretische Seite eines gegenwärtig in grossem Masstabe in der Technik ausgeübten Verfahrens. Ein grosser Teil der konzentrierten Schwefelsäure des Handels wird nämlich nicht mehr nach dem alten Bleikammerverfahren, sondern durch Ueberleiten von schwefliger Säure und Luft über erhitztes fein verteiltes Platin und Auflösen des entstandenen Schwefelsäureanhydrids gewonnen.

Auch hier begegnet die theoretische Verwertung der experimentellen Zahlenergebnisse Schwierigkeiten, sodass in der Diskussion die prinzipielle Frage aufgeworfen wurde, ob überhaupt die geltenden Gesetze auf derartige Probleme angewandt werden dürfen.

Professor Dr. *C. Zingelis* (Athen) machte interessante Mitteilungen „*Ueber die chemischen Reaktionen bei den höchsten Temperaturen und ihre industrielle Anwendung*“.

Während *Goldschmidt* in seinem bekannten Schweissverfahren dem verbrennenden Aluminium den nötigen Sauerstoff durch beigemengtes Eisenoxyd liefert, verbrennt *Zingelis* Aluminiumpulver durch Zuleiten eines reichen Stromes von Sauerstoffgas. Bei der entstehenden enormen Hitze, die der des elektrischen Ofens vergleichbar ist, schmilzt Tonerde und verdampft; das gleiche Schicksal erleiden Magnesia und Kalk. Platin verdampft sofort. Leitet man Stickstoff über das hocherhitzte Aluminium, so bildet sich seine Stickstoffverbindung Aluminiumnitrid. Wegen der bei dieser Vereinigung verbrauchten Wärme kühlt sich das Aluminium ab, sodass von neuem Sauerstoff zugeführt werden muss, um die nötige hohe Temperatur zu erhalten. Durch abwechselndes Zuleiten von Sauerstoff und Stickstoff kann man ein Drittel des Aluminiums in die Stickstoffverbindung überführen.

E. Solvay (Brüssel) entwickelte in seinem Vortrage: „*Sur une formule rélative à la gravité, appicable aux phénomènes de diffusion*“ interessante Anschauungen, in denen er die Kraft, die zwischen Lösungen von verschiedener Konzentration wirksam ist, mit den Gesetzen, die für die Wirkung der Schwerkraft gelten, in Beziehung bringt.

In der Diskussion erinnerte *Bredig* an die alten Versuche von *Gay-Lussac*, der Salzlösung in eine senkrechte, 2 m lange Röhre füllte, um zu prüfen, ob unter dem Einfluss der Schwerkraft am unteren Ende der Flüssigkeitssäule die Konzentration des Salzes grösser würde. Er erhielt ein negatives Resultat; nach neueren Berechnungen ist der Einfluss der Schwerkraft zu klein, als dass er sich experimentell nachweisen liesse. Dagegen konnte *Bredig* Aenderungen der Konzentration durch die *Zentrifugalkraft* nachweisen, als er ein Gemisch des schweren Jodwasserstoffgases mit dem äusserst leichten Wasserstoffgas zentrifugierte. Bei etwa 2000 Umdrehungen in der Minute wurde in einem 15—18 cm langen radial angebrachten Glasrohr nach $1^1/_2$ Stunden ein Konzentrationsunterschied von 3 v. H. gefunden. Haben die Gase nahe gleiche Dichte, wie z. B. Sauerstoff und Stickstoff, so kann man vielleicht durch Anwendung des Gegenstromprinzips eine gewisse Scheidung erreichen. Das würde eine Lösung des vielfach angestrebten Problems bedeuten, Sauerstoff aus der Luft durch Zentrifugieren zu gewinnen.

Professor Dr. *G. Bredig* (Heidelberg) sprach über: „*Die Anwendungen der elektrischen Endosmose und die damit zusammenhängenden Erscheinungen des kolloidalen Zustandes*“.

Es ist eine altbekannte Erscheinung, dass bei Elektrolysen, wenn Anodenflüssigkeit und Kathodenflüssigkeit durch ein Diaphragma, z. B. eine poröse Tonzelle, getrennt sind, ein Niveauunterschied zu beiden Seiten des Diaphragma auftritt, weil Flüssigkeit durch die poröse Wand vom Strome hindurchgeführt wird. Diese „*elektrische Endosmose*“ hat mit der „*Ionenwanderung*“, die z. B. aus Kaliumchloridlösung Kaliumionen an die Kathode führt und dort die Flüssigkeit alkalisch macht und Chlorionen an die Anode bringt, wo Chlorgas entweicht, nichts zu tun; im Gegenteil macht sie sich bei Nichtleitern, wie Alkohol und Terpentinöl, besonders stark geltend.

Auch mit dem *osmotischen Druck* hat diese Erscheinung nichts zu schaffen, der durch eine halbdurchlässige Membran nur Wasser, nicht aber z. B. im Wasser gelösten Zucker hindurchlässt; bei der elektrischen Endosmose dagegen braucht die Zusammensetzung der übertretenden Lösung sich nicht zu ändern.

Als „*scheinbare elektrische Endosmose*“ bezeichnet *Bredig* einen Vorgang, den er am frisch ausgeschnittenen Darm der *Seegurke* (Holothurie) beobachtete, als er ihn mit Seewasser gefüllt in ein Gefäss setzte, dass auch mit Seewasser zur gleichen Höhe gefüllt war. Nach einiger Zeit fand sich, dass alles Seewasser aus dem Inneren des Darmes ausgetrieben war. Tötete man aber den Darm durch Chloroform, so blieb diese Erscheinung aus.

Anschliessend an den Vortrag von *Bredig* führte *Dr. Graf Schwerin* (Höchst) Versuche vor „*Ueber praktische Anwendungen der elektrischen Endosmose*“. Er schlämmte Alizarin, Thon und Torf in Wasser auf und leitete in diese Suspensionen den Strom ein. Dann klärte sich die Flüssigkeit an der Kathode und an der Anode setzte sich eine ziemlich trockene Masse an.

Auf die Anfragen von *Arndt* und *Nernst* gibt *Dr. Graf Schwerin* an, dass der Torf schliesslich noch 65—70 v. H. Wasser enthält, und dass nur ein kleiner Bruchteil des Stromes zur nebenhergehenden Wasserzersetzung verbraucht wird.

In einem kurzen Vortrage: „*Zur physikalischen Chemie des Weines*“ teilte Professor Dr. *G. Magnanini* (Modena) mit, dass er auf physikalisch-chemischem Wege gegipsten Wein auf die Anwesenheit von saurem schwefelsaurem Kali geprüft habe. Es beobachtete hierzu die Veränderung von Zuckerlösungen bei Zusatz von gegipstem Wein oder Schwefelsäure oder saurem schwefelsaurem Kalium. Diese Veränderung lässt sich mit dem Polarisationsapparat bequem verfolgen. Da sie bei Zusatz von gegipstem Wein viel langsamer vor sich geht, als bei Zusatz der entsprechenden Menge von saurem schwefelsaurem Kali oder von Schwefelsäure, so schliesst *Magnanini*, im Gegensatz zu der üblichen Annahme, dass kein saures schwefelsaures Salz im gegipsten Wein enthalten ist.

Dr. C. Monti (Turin) berichtete *de la concentration des solutions par congélation et de la production du froid par l'action des solutions concentrées sur la glace (neige).*

Um den Gehalt von Wein zu erhöhen, liess er Wasser aus ihm ausfrieren. Zu seiner Ueberraschung fand sich, dass der gefrorene Anteil an Alkohol und anderen Stoffen reicher

war, als die zurückgebliebene Flüssigkeit. Liess er ganz gefrieren, so wanderten in dem erhaltenen Eisblock die gelösten Stoffe allmählich nach unten, sodass oben reines Eis hinterblieb. Durch Wiederholung des Verfahrens konnte *Monti* 80 v. H. des Wassers als reines Eis ausscheiden. Der Geschmack des Weines leidet durch das Gefrieren nicht. Entsprechend lässt sich das Verfahren auf andere Lösungen anwenden. In der Diskussion wird bestätigt, dass auch der Geschmack von Bier durch Gefrieren nicht zu leiden braucht, dass im Gegenteil das Gefrieren zur Konservierung von Münchener Bier benutzt wurde.

Der letzte Vortrag, über den hier berichtet sei, war der von *Dr. Werner von Bolton* (Charlottenburg): *„Ueber das Leuchten der Ionen“*. Leitet man durch eine Elektrode von geringem Querschnitt einen starken Strom in eine Flüssigkeit, so bildet sich eine Dampfschicht um die Elektrode und es treten Lichterscheinungen auf. Im *Wehnelt*unterbrecher findet dieses Prinzip eine wichtige Anwendung. Der Vortragende benutzt diese Anordnung zur Erzeugung lichtstarker Spektra der in den Lösungen enthaltenen Metalle. Ferner zeigt er, dass eine Bogenlichtkohle, die als Anode langsam in erwärmte Schwefelsäure getaucht wird, eine glatte, glänzende Oberfläche erhält.

In der Diskussion wird bestritten, dass es sich um ein „Leuchten der Ionen“ handele; es glühe mechanisch zerstäubte Substanz.

Ueber die elektrochemischen Vorträge, die rein technische Gegenstände behandeln, wird von anderer Seite in dieser Zeitschrift berichtet werden. Das rege Interesse, mit dem die stets zahlreich anwesenden Mitglieder der Sektion X den vielen Vorträgen folgten, die zum Teil in französischer und englischer Sprache gehalten wurde, beweisst, wie grosse Bedeutung dem jüngsten Zweige der Chemie, der „physikalischen Chemie“, zukommt. *Dr. Kurt Arndt.*

Kleinere Mitteilungen.

Die Messung hoher Drucke.

Im *National Physical Laboratory* ist aus der Notwendigkeit heraus, hydraulische Drucke bis zu 10 t auf den Quadratzoll ($\sim$ 1550 Atm.) mit möglichster Genauigkeit zur Eichung von Hydraulicmanometern, Tiefseethermometern u. s. w. messen zu müssen, ein Apparat gebaut worden, über den wir Engineering vom 9. Januar 03. folgendes entnehmen:

Von der Verwendung eines einzelnen, durch Gewichte unmittelbar belasteten Kolbens zur Druckerzeugung wurde aus folgenden Gründen Abstand genommen: Einerseits ist bei Benutzung eines Kolbens von nicht sehr geringem Durchmesser die erforderliche Grösse der Belastungsgewichte hinderlich, andrerseits bietet die Herstellung eines Kolbens von so kleinen Abmessungen, dass die zugehörigen Belastungsgewichte eine handliche Grösse annehmen, recht erhebliche Schwierigkeiten. Auch die Verwendung von Hebelvorrichtungen zur Verkleinerung der Belastungsgewichte erschien wegen der Umständlichkeiten solcher Vorrichtungen unzweckmässig.

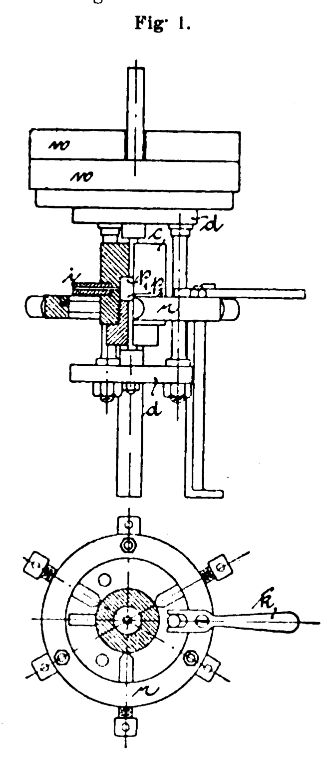


Fig. 1. Fig. 2.

Man wendete daher ein Differentialkolbensystem nach Fig. 1 u. 2 an, indem man zwei Kolben, die im Querschnitt nur um ein Geringes von einander abweichen, an den beiden gegenüberliegenden Enden eines Zylinders anordnete, wobei dann der Unterschied der Drucke auf beide Kolben gemessen wurde.

Dem Uebelstande, dass bei solcher Konstruktion die Reibung beider Kolben die Genauigkeit der Messung nicht unerheblich beeinflusst, begegnete man durch Verwendung eines geeigneten Oeles als Druckflüssigkeit, Beschränkung der Bewegung der Kolben auf etwa 0,5 mm und Hin- und Herdrehen der Kolben beim Versuch. Die Konstruktion des Apparates ist aus Fig. 1 und 2 ersichtlich:

Der Zylinder *c* wird zwischen drei Schrauben mit Spitzen am Ring *r* des Gestelles gehalten. Die beiden Platten *d* sind durch Säulen mit einander verbunden nnd tragen die beiden Kolben p_1 und p_2, von denen p_2 der kleinere ist. Die obere Platte bildet die Unterstützung für die abnehmbaren Belastungsgewichte *w*, und Hebel *k* die Handhabe, um die Platte und Kolben um ihre Achse hin und her zu drehen. Bezeichnet man mit

- F_o den Querschnitt des oberen Kolbens,
- F_u den Querschnitt des unteren Kolbens,
- P die Belastung (Eigengewicht der beiden Kolben, Platten *d* und Säulen und Gewicht der Scheiben *w*,
- A den der Belastung P entsprechenden Flüssigkeitsdruck im Zylinder

so ist $A = \frac{P}{F_o - F_u}$

Durch Ausmessen wurden die Kolbendurchmesser d_o und d_u

zu $d_o = 0{,}25121$ Zoll (8,921 mm)
$d_u = 0{,}32672$ „ (8,299 „)

und hieraus die Belastung P für $A = 1$ t a. d. Quadratzoll (155 Atm.) = 29,21 Pfd. oder 13,275 kg ermittelt.

Spätere Messungen mit dem 50 Fuss (15 m) hohen Quecksilbermanometer des National Physical Laboratory bestätigten das Ergebnis vollauf. *Mlr.*

Elektrischer Leitungswiderstand beim Eisen.

(Nach „American Manufacturer and Iron World“, 1903, Seite 172.)

Versuche zur Ermittlung des elektrischen Widerstandes von Stahl sind bislang hauptsächlich an Drähten mit geringem Kohlenstoffgehalt durchgeführt worden, welche für Zwecke der Telegraphie Verwendung finden sollten. Bei solchen Versuchen hat sich nahezu stets ergeben, dass die Verschiedenheit des Leitungsvermögens zweier Drähte dem Unterschiede im Mangangehalt zuzuschreiben war. Dem gegenüber war es von grossem Interese zu ermitteln, in wie weit auch andere im Eisen vorhandene Stoffe das Leitungsvermögen desselben beeinflussen könnten und zwar in erster Reihe der Gehalt an Kohlenstoff.

Versuche in dieser Richtung wurden in neuerer Zeit in Frankreich durchgeführt an Probestücken mit quadratischer Querschnittsfläche mit 1 cm Seite und 20 cm Länge. Die zur Untersuchung bestimmten Stücke wurden in der Pariser Bergschule von *M. Moutonet* und *Goudat* analysiert, nachdem sie vorerst einer mehrstündigen Glühung bei etwa 600° C. unterzogen worden waren. Die Ergebnisse dieser Versuche in Rücksicht auf den Einfluss des Kohlenstoffgehalts auf das Leitungsvermögen beim Eisen sind aus nachstehender Zusammenstellung zu ersehen:

Widerstand in Mikrohm — Cm^3	Chem. Zusammensetzung *C*	*Si*	*Mn*
10	0,06	0,05	0,13
12,5	0,20	0,08	0,15
14	0,49	0,05	0,24
16	0,89	0,13	0,24
18	1,21	0,11	0,21
18,4	1,40	0,09	0,14
19	1,61	0,08	0,13

Aus diesen Werten geht hervor, dass der Leitungswiderstand des Eisens mit seinem Kohlenstoffgehalte wächst, auch wenn die Zusammensetzung im übrigen die gleiche ist.

Aus der nachfolgenden weiteren tabellarischen Zusammenstellung erhellt, dass der Leitungswiderstand bei Zunahme des Siliciumgehaltes um 1 v. H. sich durchschnittlich um 14 Mikrohm steigert, dass mithin der Siliciumgehalt des Eisens einen erheblich grösseren Einfluss übt, als der Gehalt an Kohlenstoff.

Widerstand in Mikrohm — Cm^3	Gehalt i. v. H. an [illegible] *C*	*Si*
12,5	0,2	0,1
38,5	0,2	2,6
15,8	0,8	0,1
26,5	0,8	0,7
33,5	0,8	1,3
17,8	1,0	0,1
25,5	1,0	0,6
32,0	1,0	1,1

Der mögliche Gehalt des Eisens an Mangan ist bekanntlich nahezu unbeschränkt, aber die Verbindung des Mangans mit dem Eisen kann unter zwei allotropischen Arten vorkommen, beide sind in bezug auf Magnetismus von einander verschieden und mit verschiedenem Leitungswiderstand; die daraus herzuleitenden Ergebnisse sind die nachfolgenden:

Widerstand in Mikrohm	Gehalt i. v. H. an *C*	*Si*	*Mn*
17,8	0,9	0,1	0,20
22,0	0,9	0,1	0,95
24,5	1,2	0,2	0,83
40,0	1,2	0,9	1,8
66,0 (magnetisch) 80,0 (unmagnetisch)	1,0	0,3	13,0

Diese Ergebnisse lassen erkennen, dass der Leitungswiderstand mit je 1 v. H. Mangan um nahezu 5 Mikrohm wächst. Bei magnetischem Manganstahl, erzielt durch zweistündiges Glühen bei 550° C. aus unmagnetischem Material, beläuft sich die Steigerung nur auf 3,5 Mikrohm.

Ebenso wie bei Manganstahl wurden auch beim Eisennickellegierungen zwei Formen verschieden im Magnetismus und elektrischem Leitungsvermögen festgestellt.

Der Leitungswiderstand wächst ganz bedeutend mit dem Gehalt an Nickel oder Kohle sowie mit der allotropischen Art, unter welcher die Verbindung auftritt — ein bestimmtes Gesetz für diese Steigerung hat bislang noch nicht festgestellt werden können. Die Steigerung des elektrischen Leitungswiderstands durch Nickelgehalt unter 5 v. H. hat zwischen 3 und 2 Mikrohm gewechselt.

Die Beeinflussung des elektrischen Leitungswiderstandes durch Chrom, Wolfram und Molybdän hat bei Gehalten unter 3 v. H. genau nicht festgestellt werden können. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen nur erkennen, dass der im Eisen gewöhnlich vorkommende Gehalt an Silicium einen gleich grossen, wenn nicht grösseren Einfluss auf Steigerung des elektrischen Leitungswiderstand ausübt als der 10 fache Gehalt an Chrom, Wolfram und Molybdän. *Dr. Leo.*

Bücherschau.

Der Automobilist. Ein praktisches Handbuch über den Benzinmotor und seine Behandlung. Von *Victor Gottwald.* 71 S. Mit 28 Abb. Neuwied u. Leipzig, 1903, Heusers Verlag.

Das kleine Werk behandelt nach einander den Aufbau und die Wirkungsweise eines normalen (stehenden) Automobilmotors, die Konstruktion eines ganz leichten Wagens eigener Bauart und den Fahrbetrieb des Automobils.

Für einen grossen Teil der Kraftwagenfahrer und -Interessenten dürfte die Beschreibung eines einzigen Normalmotors genügen; dagegen bezweifeln wir dies hinsichtlich der als Beispiel gewählten dreiräderigen Voiturette, bei der so mancher wichtige Teil des vierräderigen Wagens gewöhnlicher Bauart überhaupt nicht vorhanden ist.

In dem glücklicherweise nur drei Seiten umfassenden Kapitel über den Zweitaktmotor hat sich der Verfasser offenbar auf ein Gebiet begeben, wo er nicht recht zu Hause ist; er hätte diese Beschreibung, zumal er von der Unbrauchbarkeit des Zweitaktmotors für Kraftwagen überzeugt ist, besser fortgelassen, ebenso die beiden ersten sehr undeutlichen Figuren.

Im übrigen ist das kleine Werk sachgemäss und leicht verständlich geschrieben und mit guten Abbildungen ausgestattet, hält sich auch von Reklame für die eigene Konstruktion des Verfassers fern.

Zuschrift an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit des Einsenders.)

Mit bezug auf den Aufsatz „Neue Einrichtungen und Nebenvorrichtungen zur Zugsicherung auf Eisenbahnen“, S. 296—299 d. Bd., sei zu I und II folgendes ergänzend hinzugefügt.

Die unter I beschriebene und schematisch dargestellte Schaltung für eine nach *Siemens & Halske*schem System angeordnete, isolierte Schienenstrecke hat durch die Zufügung des Relais eine beachtenswerte Neuerung erfahren. Bei den meisten im Betriebe befindlichen derartigen Anlagen ist die Batterie in den Leitungszweig zwischen Schienenkontakt c und isolierte Schiene d geschaltet (Fig. 1), Erde e, Elektromagnet m, isolierte Schiene d, Hebelkontakt c_1, Batterie b,

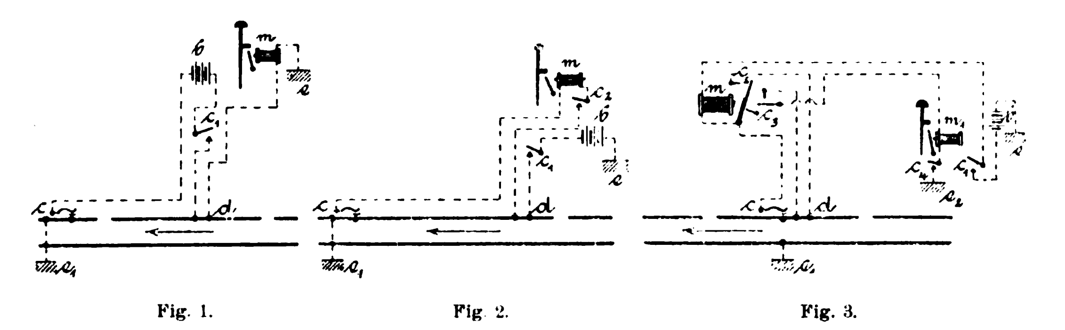


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Schienenkontakt c, Erde e_1. Diese Anordnung hat den Nachteil, dass dem Blockbediensteten hierbei an die Hand gegeben ist, unerlaubter Weise die elektrische Sperrung auszulösen, und zwar durch Berühren des zum Schienenkontakt führenden Batteriepols mit einem Erddraht. Um dieser Möglichkeit zu begegnen, haben *S. & H.* die Schaltung so abgeändert, dass die Batterie mit einem Pol unmittelbar zur Erde geleitet worden ist. Der Stromweg ist hiernach folgender (Fig. 2): Erde e, Batterie b, Hebelkontakt c_1, isolierte Schiene d, Stromschlusshebel c_2, Elektromagnet m, Schienenkontakt c und Erde e_1.

Diesen beiden Schaltungen gegenüber verdient die vom Verfasser beschriebene Anordnung den Vorzug. Der Schienenkontakt ist bei dieser Schaltung direkt an die isolierte Schiene angehängt (Fig. 3), er findet also nur Erdschluss durch die Betätigung des fahrenden Zuges, und er kann deshalb nicht ohne weiteres durch einen starken Schlag geschlossen und böswillig zur Wirkung gebracht werden. Durch den neuen Standort des Schienenkontaktes werden die bislang erforderlich gewesenen 32 m einadriges Kabel erspart, und zwar für den Weg von der isolierten Schiene bis zum Schienenkontakt, vergl. Fig. 1 u. 2. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Batterie nicht bis zu dem Zeitpunkt des Eintreffens der letzten Zugachse sozusagen kurz geschlossen wird, sondern sie befindet sich beim ersten Kontaktschluss im Stromkreis des Relaiswiderstandes, es können also ohne Bedenken für diese Anlage Arbeitselemente angewandt werden, während sich bislang nur Ruhestromelemente dazu verwenden lassen. Der Stromweg ist folgender: Erde e, Batterie b, Hebelkontakt c_1, Elektromagnet m, Schienenkontakt c, Erde e^1; bei eintretender Unterbrechung des Schienenkontaktes während des Befahrens bleibt der Stromweg durch den Ankerkontakt c_2 geschlossen. Hat der Zug die isolierte Schienenkontaktstrecke mit der letzten Achse verlassen, so wird der Elektro-

magnet m_1 erregt auf dem Wege: Erde e, Batterie b, Elektromagnet m, Kontakt c_2, isolierte Schiene d, Kontakt c_3, Elektromagnet m_1, Kontakt c_4, Erde e_2, und wird sofort geöffnet, weil der Stromschluss bei c_4 geöffnet wird.

Ausser diesen Schaltungen wenden einzelne Eisenbahnverwaltungen auch die in Fig. 4 dargestellte Schaltung an.

Dass neuerdings *S. & H.* das mit ein und derselben Schienenkontaktanlage verbundene Gleichstromsperrfeld und die elektrische Druckknopfsperre parallel zu einander schalten, wobei beide Teile einen Unterbrechungskontakt erhalten, ist noch erwähnenswert; bei der bislang bekannten Schaltung wurden diese durch die Wechselstellung des Stromschlussstückes, hintereinander folgend, ausgelöst.

II. Die Entblockung des Sperrfeldes für Wechselstromwirkung nach dem *Arlt*schen System dürfte, abgesehen von den Mehrkosten durch die Zufügung eines durch Gewicht- oder Federantrieb zugeschalteten Laufwerkes, doch bedenklich sein gegenüber der Gleichstromentblockung mittels des *S. & H.*schen Sperrfeldes. Wenn man ein Wechselstromsperrfeld anwenden will, das nicht von einer zweiten Stelle freigegeben werden soll, so würde man zweckmässiger in den Schienenkontaktstromkreis eine elektrische Druckknopfsperre einschalten, deren Druckknopf erst nach vollendeter Fahrt für die Abgabe des zur Auflösung des Sperrfeldes erforderlichen Wechselstromes bedienbar wird. Es würden demnach für das Sperrfeld zwei getrennte Druckknöpfe anzuordnen sein, der eine für die Sperrung, der andere für die Auflösung. Beide Handlungen müssten also vom Stellwerksbediensteten ausgeführt werden.

Das von *S. & H.* verbreitet eingeführte Sperrfeld für Batteriegleichstrom (Fig. 5) ist nachfolgend abgebildet; seine Signalscheibe wird beim Niederdrücken eines Druckknopfes mechanisch aus rot in weiss verwandelt und die mittlere Druckstange nebst Verschlusstange bleiben in gespannter Stellung stehen, während die obere Druckstange in die Grundstellung zurückgeht. Die Grundstellung der Signalscheibe sowie der mittleren Druck- und der Verschlusstange erfolgt, wenn der in den Stromkreis des Elektromagneten eingeschaltete Schienenkontakt für die Auflösung des Sperrfeldes vom fahrenden Zuge betätigt wird.

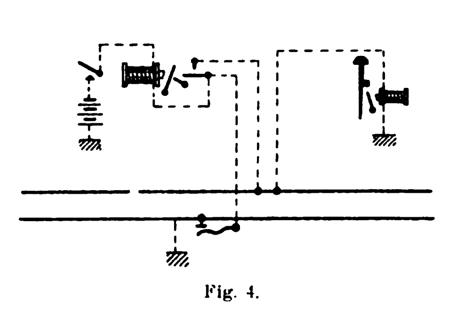


Fig. 4.

Bei dem bisherigen *S. & H.*schen Sperrfeld wurde der von der Verschlusstange und von der Riegelstange des Stellwerksuntersatzes ausgehende Federdruck derart auf die mittlere Druckstange, und somit auf die Ankerauslösung übertragen, dass letztere erst bei einer Stromstärke von 100 bis 130 Milliampère mit Sicherheit erfolgte, denn bei Stellwerken einzelner Fabrikanten lassen sich die Riegelstangen erst bei einer Belastung von 3 bis 4 kg niederdrücken. Um die zuverlässige Wirkungsweise des Sperrfeldes von dem erwähnten Umstande nicht abhängig zu machen, haben *S. & H.* neuerdings dem Sperrfeld eine sinnreich angeordnete Entlastungsvorrichtung zugefügt, welche ähnlich wirkt, wie die bekannte Selbstverschlussklinke.

Beim Niederdrücken des erwähnten Knopfes wird die Verschlusstange von der Klinke abgefangen, während die mittlere Druckstange bis auf einen Abstand von $^1/_2$ mm von der ersten zurückgeht; erfolgt nun die Auslösung, so schnellt die erste Stange zunächst 4 mm nach aufwärts, während die zweite noch von der Klinke festgehalten wird, erst nach dem zurückgelegten Wege von 4 mm hebt ein Ansatzstück die Klinke aus und es schnellt nunmehr auch die Verschlusstange in die Grundstellung.

Durch diese Zufügung ist eine denkbar leichte Auslösung des Sperrfeldes erreicht worden, die jetzt nur noch eine Stromstärke von 30 bis 40 Milliamp. erfordert.

Bezüglich der Schaltung ist die Anordnung des obersten Stromschlusshebels erwähnenswert; dieser sowie ein zweiter Hebel liegen in dem Stromkreis des Sperrfeldelektromagneten. Während der Zeit des Niederdrückens des Knopfes bleibt der oberste Stromschlusshebel unterbrochen und wird erst wieder geschlossen, wenn der Druckknopf bis auf den Rest von 5 mm in die Grundstellung zurückgetreten ist, also erst dann, wenn eine Hilfsklinke an einer Auskerbung der Druckstange vorbeigeglitten ist. Diese Anordnung ist deshalb geschaffen, damit bei gestörtem Schienenkontakte, also bei dauerndem Erdschluss, die Hilfsklinke während des Bedienens

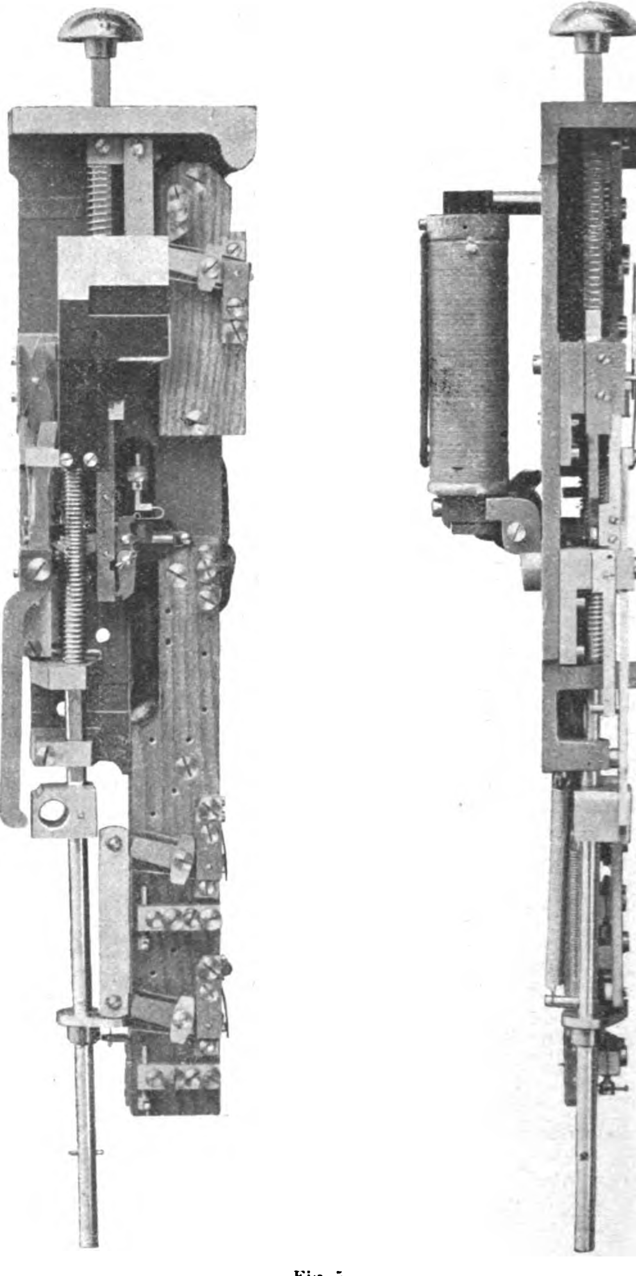


Fig. 5.

des Sperrfeldes unwirksam gemacht wird; das Feld wird in diesem Falle wieder frei, während im anderen Falle der Anker des Elektromagneten während des Druckweges angezogen sein würde und die Hilfsklinke würde eine dauernde Sperrung verursachen, die nur durch einen Eingriff in das Blockwerk beseitigt werden könnte.

Der zweite Stromschlusshebel dient dazu, den Stromkreis des Sperrfeldes nach erfolgter Wirkung, also nach geschehener Auslösung desselben, zu unterbrechen. Zugleich unterbricht der dritte Stromschlusshebel den Stromkreis der elektrischen Signalflügelkupplung, wobei der Signalflügel in die Haltstellung fällt.

Stosberg, Essen.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 28. **Berlin, 11. Juli 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2196), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Zur Berechnung der Vorgänge in den Gasmotoren.

Von Dr. **K. Schreber** in Greifswald.

1. Die Berechnung der Vorgänge in den Gasmotoren ist bis jetzt sehr erschwert gewesen und deshalb wenig durchgeführt worden, weil man über die spezifischen Wärmen noch so im Unklaren war, dass die berechneten doch niemals mit den wirklichen Vorgängen auch nur annähernd übereinstimmten. Nachdem aber jetzt durch die Arbeit von Dr. *Langen* dieser Uebelstand in einer für die Praxis ausreichenden Weise gehoben ist, wird man häufiger Veranlassung nehmen, sich eine zahlenmässige Vorstellung von den Vorgängen in den Gasmotoren zu machen. Man kann sich diese Rechnung sehr erleichtern, wenn man sich der Hypothese *Avogadros* bedient, nach welcher in gleichen Volumen verschiedener Gase, gleichen Druck und gleiche Temperatur vorausgesetzt, gleich viel Molekeln enthalten sind.

Zwischen Druck, Temperatur und Volumen eines Gases besteht die Beziehung

$$p\,v = A\,T$$

wo A eine nur von der vorhandenen Menge des Gases abhängige, dagegen von Druck, Temperatur und Volumen unabhängige Grösse ist; T ist die von 273° unter dem Schmelzpunkt des Eises an gezählte Temperatur nach Celsius.

Man nennt diese Gleichung vielfach das *Boyle-Gay-Lussac*sche Gesetz; diese Bezeichnung ist aber nicht berechtigt, denn nur der erste Teil derselben, dass bei konstanter Temperatur das Produkt aus Druck und Volumen eines Gases eine Konstante ist, darf als Naturgesetz bezeichnet werden; während der zweite Teil, dass diese Konstante der Temperatur proportional sei, kein Naturgesetz ist, sondern als Definition des Temperaturmasses angesehen werden muss. Man sollte deshalb diese Gleichung als *Boyle-Gay-Lussac*sche Zustandsgleichung der Gase oder kurz als Gasgleichung bezeichnen.

Die Gasgleichung erhält nun eine sehr einfache Form, wenn man die Menge des Gases nach Kilogrammolekeln misst.

Als Kilogrammolekel oder kurzweg als Mole eines einheitlichen Gases (allgemeinen eines Stoffes) bezeichnet man die durch das Molekelgewicht angegebene Zahl von Kilogrammen des Gases. Sind z. B. 4,4 kg Kohlensäure gegeben, so bezeichnet man diese Menge als 0,1 Mole, da 1 Mole Kohlensäure gleich 44 kg ist. Sind allgemein G kg eines Gases gegeben, dessen Molekelgewicht u ist, so ist die Zahl n der Molen gegeben durch

$$n = G/u.$$

Misst man die Menge eines Gases nach Molen, so kann man die Gasgleichung schreiben:

$$p\,v = n\,.\,B\,.\,T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Nach *Avogadros* Hypothese hat B für sämtliche Gase denselben Wert, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man diese Gleichung für zwei Gase aufschreibt und dann von der Hypothese Gebrauch macht.

Es seien z. B. bei Zimmertemperatur und Atmosphärendruck gegeben 1 Mole Wasserstoff und 1 Mole Sauerstoff. Man hat dann für die erstere

$$p_1\,v_1 = n_1\,B_1\,T_1$$

und für die zweite

$$p_2\,v_2 = n_2\,B_2\,T_2.$$

Nach Voraussetzung ist $n_1 = n_2 = 1$; $T_1 = T_2$ gleich Zimmertemperatur und $p_1 = p_2$ gleich Atmosphärendruck.

Nach *Avogadros* Hypothese folgt aus diesen Voraussetzungen $v_1 = v_2$. Setzt man diese einzelnen Gleichungen in die beiden Gasgleichungen ein, so folgt

$$B_1 = B_2.$$

Was hier für Wasserstoff und Sauerstoff nachgewiesen, lässt sich in genau derselben Weise für sämtliche Gase nachweisen; d. h. B hat, wie oben behauptet, für sämtliche Gase denselben Wert.

Den grossen Vorteil der durch Gleichung 1 gegebenen Schreibweise der Gasgleichung erkennt man schon bei der Darstellung des *Dalton*schen Gesetzes der Partialdrucke. Nach diesem Gesetz ist der Druck p eines Gasgemisches gleich der Summe der Partialdrucke der einzelnen Bestandteile des Gemisches, wenn man unter Partialdruck eines Anteiles den Druck versteht, welchen dieses Gas zeigen würde, wenn es das vorhandene Volumen v ganz allein, ohne die übrigen Gase anfüllen würde. Sind $n_1\,n_2$ usw. die Zahlen der Molen, mit denen die Gase am Gemisch beteiligt sind, und $p_1\,p_2$ usw. die Partialdrucke, so sind nach der Gasgleichung die letzteren gegeben durch

$$p_1\,v = n_1\,B\,T$$
$$p_2\,v = n_2\,B\,T$$
usw.,

denn in einem Gemisch haben sämtliche Bestandteile dieselbe Temperatur. Durch Summieren erhält man:

$$(p_1 + p_2 + \ldots)\,v = (n_1 + n_2 + \ldots)\,B\,T$$

Nun ist nach dem *Dalton*schen Gesetze

$$p_1 + p_2 + \ldots = p$$

Setzen wir noch

$$n_1 + n_2 \ldots = n,$$

wo dann n die Zahl sämtlicher Molen ist, so erhalten wir

$$p\,v = n\,B\,T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1a)$$

d. h. die Gasgleichung in der durch Gleichung 1 gegebenen Form gilt ohne weiteres auch für Gasgemische, mit denen man es ja stets in Gasmotoren zu tun hat.

Wir benutzen die Gleichung

$$n = n_1 + n_2 \ldots$$

zur Definition des mittleren Molekelgewichtes eines Gasgemisches: Es seien $u_1\,u_2$ usw. die Molekelgewichte der im Gemisch enthaltenen Gase, u das gesuchte mittlere Molekelgewicht, so ist das Gewicht des Gases einmal gleich $n\,.\,u$; andererseits können wir das Gewicht auch darstellen durch $n_1\,u_1 + n_2\,u_2 + \ldots.$ Daraus erhalten wir

$$u = \frac{n_1\,u_1 + n_2\,u_2 + \ldots}{n}$$

Die Luft enthält, wenn man die geringen Mengen Argon und verwandter Gase einfach als Stickstoff in Rechnung setzt, 21,0 $R\,T$. Sauerstoff und 79,0 $R\,T$. Stickstoff. Nach *Avogadros* Hypothese sind also unter 100 Molen Luft 21,0 Molen Sauerstoff und 79,0 Molen Stickstoff. Wir haben somit

$$n = 100 \quad n_1 = 21{,}0 \quad n_2 = 79{,}0 \quad u_1 = 32{,}00 \quad u_2 = 28{,}08$$

Das ergibt

$$u = 28{,}89.$$

Nun haben bei der Temperatur des schmelzenden Eises und bei Atmosphärendruck (760 mm) 1,293 kg Luft das Volumen 1 m³, somit hat 1 Mole Luft das Volumen

$$\frac{28{,}89}{1{,}293} = 22{,}34 \text{ m}^3$$

Bei dem Druck 1 kg/qcm ist das Volumen einer Mole Luft

$$23{,}08 \text{ m}^3$$

Setzen wir diese Zahlen in die Gasgleichung ein, so erhalten wir

$$B = 845{,}5 \frac{\text{m . kg}}{\text{kg } ^0\text{C.}}$$

Merkt man sich diese eine Zahl, so hat man alles, was zur Berechnung der Druck- und Volumenverhältnisse der Gase nötig ist, während man sonst, wenn man die Mengen nach Kilogramm misst, sich die Konstante A für jede Gasart merken muss.

2. Die Wärme, welche nötig ist, um 1 Mole eines Gases um 1° C. zu erwärmen, nennt man die Molekelwärme; je nach der Art der Erwärmung hat man natürlich zu unterscheiden, Molekelwärme bei konstantem Druck c_p und Molekelwärme bei konstantem Volumen c_v. Nach diesen Definitionen erhält man zwischen zugeführter Wärme Q, Molenzahl n und Temperatursteigerung t die Beziehungen

$$Q = n\, c_v\, t$$
$$Q' = n\, c_p\, t'$$

Die Erfahrung zeigt, dass c_p stets grösser ist, als c_v. Nach dem Energiegesetz ist dieser Unterschied darin begründet, dass bei der Erwärmung unter konstantem Druck die der Volumenänderung bei diesem Druck entsprechende Arbeit aus der Wärme entstanden ist:

Erwärmen wir 1 Mole bei konstantem Volumen um 1°, so müssen wir die Wärme c_v zuführen; erwärmen wir dieselbe Menge bei konstantem Druck, so gebrauchen wir die Wärme c_p. Es ist also $c_p - c_v$ die Wärme, welche nötig ist, um die Arbeit zu leisten, welche bei der Ausdehnung geleistet wird, die 1 Mole eines Gases bei der Erwärmung um 1° unter konstantem Druck erfährt. Ist v_1 das Volumen vor der Erwärmung unter konstantem Druck p, v_2 das nachher, so ist die gebildete Arbeit bekanntlich $p\,(v_2 - v_1)$. Bezeichnen wir nun mit R das von *Robert Mayer* zuerst aufgestellte Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit, so erhalten wir die Gleichung

$$R\,p\,(v_2 - v_1) = c_p - c_v$$

Andererseits erhalten wir aus der Gasgleichung

$$p\,.\,v_1 = 1\,.\,B\,.\,T$$
$$p\,.\,v_2 = 1\,.\,B\,.\,(T + 1)$$
$$p\,(v_2 - v_1) = B$$

Setzen wir das in die eben gefundene Gleichung ein, so erhalten wir die wichtige Beziehung

$$R\,.\,B = c_p - c_v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Da das Wärmeäquivalent eine absolute Konstante ist, und die Konstante B der Gasgleichung für alle vollkommenen Gase denselben Wert hat, so muss nach Gleichung 2 auch der Unterschied der beiden Molekelwärmen für alle vollkommenen Gase denselben Wert haben.

In der nachfolgenden Tab. 1 sind für die bei gewöhnlicher Temperatur als vollkommen zu bezeichnenden Gase die Molekelwärmen zusammengestellt, und zwar in Spalte 2 die experimentell unmittelbar zu beobachtende bei konstantem Druck c_p, dann das ebenfalls experimentell zugängliche Verhältnis $k = c_p/c_v$ der beiden Molekelwärmen. Aus beiden Zahlen ist dann die in der nächsten Spalte stehende Molekelwärme c_v bei konstantem Volumen berechnet. Spalte 5 gibt die Differenz $c_p - c_v$.

Tabelle 1.

	c_p	k	c_v	$c_p - c_v$
O_2	6,960	1,4007	4,969	1,991
N_2	6,856	1,4007	4,894	1,962
H_2	6,834	1,3965	4,894	1,940
CO	6,865	1,4010	4,900	1,965
			4,914	1,965

Die Abweichungen der einzelnen Werte der letzten Spalte vom Mittelwert sind so gering, dass man sie ohne weiteres den Beobachtungsfehlern, die namentlich bei der Bestimmung von k für Wasserstoff sehr gross sind, zur Last legen darf.

Setzt man diesen Mittelwert in Gleichung 2 ein, so erhält man

$$R\,B = 1{,}965 \frac{\text{cl}}{\text{kg } ^0\text{C}}$$

und wenn man hiermit den oben gefundenen Wert für B vereinigt, findet man

$$\frac{1}{R} = 430{,}3 \frac{\text{mkg}}{\text{cl}}$$

Dies ist bekanntlich die Methode, nach welcher *Robert Mayer* das Wärmeäquivalent berechnet hat: dasselbe ergibt sich hier in bester Uebereinstimmung mit dem Mittel aus den unmittelbar beobachteten Werten.

Schon lange ist bekannt, dass die Molekelwärmen selbst dieser vollkommenen Gase nur innerhalb beschränkter Temperaturgrenzen als unabhängig von der Temperatur angesehen werden dürfen, dass aber bei den in Gasmotoren vorkommenden Temperaturen diese Annahme auf keinen Fall zulässig ist. Unter Berücksichtigung aller bei früheren Versuchen gemachten Erfahrungen hat jetzt *Dr. A. Langen* die technisch wichtigen Gase in bezug auf ihre Molekelwärmen untersucht.

Langen brachte in einem, bis auf den möglichst klein gehaltenen Deckel, kugelförmigen Gefäss dadurch, dass er in der Mitte der Kugel einen elektrischen Funken erzeugte, Wasserstoff- und Kohlenoxydknallgas zur Explosion und bestimmte mittels eines sorgfältig geeichten Indikators, dessen Trommel fortlaufend gleichmässig rotierte, den Explosionsdruck. Unter Berücksichtigung der nötigen Korrekturen berechnete er hieraus mit Hilfe der Gasgleichung die Explosionstemperatur.

Durch geeignete Kombination der Versuche konnte er nun hieraus die Molekelwärmen berechnen. Ohne besondere Rechnung zeigte sich schon, dass die Molekelwärmen der in Tab. 1 enthaltenen Gase alle dieselbe Abhängigkeit von der Temperatur zeigten, denn, mochte das Wasserstoffknallgas durch Wasserstoff, durch Sauerstoff oder durch Stickstoff, oder das Kohlenoxydknallgas durch Kohlenoxyd, durch Sauerstoff oder durch Stickstoff verdünnt sein, der Verpuffungsdruck war davon unabhängig. Das ist nur möglich, wenn die Molekelwärmen dieser Gase bei allen Temperaturen einander gleich, dass sie also alle dieselbe Abhängigkeit von der Temperatur haben. *Langen* greift sie deshalb als „einfache Gase" zusammen und hat somit bei seinen Versuchen als die drei Unbekannten die mittleren Molekelwärmen von Kohlensäure, von Wasserdampf und der einfachen Gase, zwischen der Temperatur des schmelzenden Eises und der Verpuffungstemperatur.

Es zeigte sich nun, dass bei den Versuchen, bei welchen sich Kohlensäure in den Verbrennungsgasen befand, die Abkühlung bei sehr hohen Temperaturen anders verlief, als bei niedrigeren. Das Wahrscheinlichste ist, dass bei den hohen Temperaturen ein merklicher Teil der Kohlensäure dissoziiert war, der sich dann bei fortschreitender Abkühlung unter Abgabe seiner Dissoziationswärme zurückbildete. Durch eingehende Diskussion der Abkühlungskurven stellt *Langen* fest, dass unter 1700° die Dissoziation sicherlich nur noch so gering ist, dass man sie vernachlässigen darf. Es müssen also zur Bestimmung der Molekelwärmen alle Versuche über 1700° ausgeschaltet werden. Aus dem dann übrig bleibenden noch immer zahlreichen Material giebt *Langen* die Daten, welche nötig sind, um die zur Bestimmung der drei erwähnten Unbekannten dienenden Gleichungen für 1700° und 1500° zu lösen.

Die Methode, wie *Langen* diese Gleichungen löst, ist

recht eigenartig: sie erweckt einmal den Anschein einer Genauigkeit, die den Versuchen gar nicht zukommt und zweitens erweckt sie den Anschein einer Abhängigkeit von den Versuchen von *Mallard* und *le Chatelier*, welche gar nicht vorhanden ist. Ich habe mich deshalb der geringen Mühe unterzogen, die Gleichungen sachgemäss zu lösen und habe dabei die in folgender Tab. 2 zusammengestellten Zahlen für die mittleren Molekelwärmen zwischen 0° und 1700° bezw. 1500° erhalten.

Tabelle 2.

	C_v	C_w	C_{CO_2}
1700°	6,00	8,83	11,20
1500°	5,53	9,88	10,45

Während für die einfachen Gase und für Kohlensäure sich für die höhere Temperatur auch die höhere mittlere Molekelwärme ergibt, ist das für Wasserdampf nicht der Fall. Bei *Langen* ist diese Abweichung verschleiert. Immerhin darf man den Mittelwert für 1600° gelten lassen. Man hat aber dann trotz der mühevollen Arbeit *Langens* doch nur einen Wert bei hohen Temperaturen, der aber von all den Bedenken frei ist, welche sich gegen die Angaben seiner Vorgänger erheben lassen.

Um die Abhängigkeit der Molekelwärme von der Temperatur feststellen zu können, müssen wir den aus *Langens* Beobachtungen folgenden Wert für 1600° mit dem für eine niedrigere Temperatur geltenden, vereinigen. Das lässt sich für die einfachen Gase sehr leicht machen, da man aus Tab. 1 die Molekelwärme bei 0° erhält. Die Vereinigung beider ergibt für die mittlere Molekelwärme zwischen 0° und t^0

$$C_v = 4{,}914 + 0{,}00053\,t$$

Da der Temperaturkoeffizient der mittleren Molekelwärme halb so gross ist, wie der der wahren, so erhalten wir also für die einfachen Gase: O_2, N_2, H_2, CO

$$c_v = 4{,}914 + 0{,}00106\,t$$

oder

$$c_v = 4{,}625 + 0{,}00106\,T$$

Die Kohlensäure ist von *Regnault* und von *Wiedemann* sehr genau und mit fast genau demselben Resultat untersucht worden. Sie geben die wahre Molekelwärme bei konstantem Druck für 0°, 100°, 200°; die bei konstantem Volumen können wir daraus berechnen, indem wir den für vollkommene Gase festgestellten Wert $c_p - c_v = 1{,}965$ abziehen. Da nun die Kohlensäure bei 0° kein vollkommenes Gas und auch bei 100° wohl kaum als solches anzusehen ist, so erhalten wir auf diese Weise nur einen Wert der Molekelwärme bei 200° $c_v = 8{,}560$. Wollen wir diesen Wert mit den von *Langen* gegebenen vereinigen, so müssen wir bedenken, dass der letztere nur die mittlere Molekelwärme zwischen 0° und t^0 gibt. Setzen wir aber lineare Abhängigkeit der mittleren Molekelwärme von der Temperatur voraus, so ist die wahre bei 200° gleich der mittleren zwischen 0° und 400°. Aus den beiden Werten 8,560 für 400° und 10,825 für 1600° finden wir schliesslich $C_v = 7{,}805 + 0{,}00189\,t$ und daraus die wahre Molekelwärme für CO_2

$$c_v = 7{,}805 + 0{,}00378\,t$$

oder

$$c_v = 6{,}774 + 0{,}00378\,T$$

Um für die Molekelwärme des Wasserdampfes eine Darstellung zu erhalten, vereinigt *Langen* seinen Wert mit dem von *Regnault* angegebenen, trotzdem gegen diesen schon lange Zweifel laut geworden sind. Da aber *Bach* seine Angaben nur mit grosser Reserve macht, so würde man nicht in der Lage sein, eine Gleichung für die Abhängigkeit der Molekelwärme des Wasserdampfes aufstellen zu können, wenn nicht die Konstanten der für die einfachen Gase und für die Kohlensäure gefundenen Werte eine einfache Beziehung zu einander hätten: sie gehorchen dem Gesetz der konstanten Atomwärmen von *Petit* und *Dulong*, wie man es besser nicht erwarten kann; es ist 4,625 = 2 . 2,312 und 6,774 = 3 . 2,250; die Abweichungen vom Mittelwert 2,285 betragen also nur ein wenig über 1 v. H. Ich nehme nun für Wasserdampf ebenfalls dieses Gesetz an und setze dementsprechend die Konstante gleich 3 . 2,285 = 6,855. Damit erhält man aus dem von *Langen* gegebenen Wert der mittleren Molekelwärme zwischen Schmelzpunkt des Eises und 1600° für die wahre Molekelwärme des H_2O

$$c_v = 6{,}855 + 0{,}00233\,T$$

Zwischen den Temperaturen 300° und 150°, innerhalb deren sich die von *Bach* angegebenen Versuche bewegen, erhält man hieraus die mittlere Molekelwärme bei konstantem Volumen $C_v = 8{,}015$, während man aus *Bachs* Zahlen unter der Voraussetzung, dass bei diesen Temperaturen der Wasserdampf als vollkommenes Gas zu betrachten, als Differenz der beiden Molekelwärmen also 1,965 anzusehen sei, die Werte 9,27; 8,37; 7,65 und 7,83 erhält, also in ziemlicher Uebereinstimmung mit dem aus der Formel folgenden. Der von *Regnault* gegebene Wert 6,68 ist allerdings merklich kleiner, als der aus der Formel für diese Temperaturen folgende 7,89.

Da aber nach den Berechnungen von *Thiessen* bei niedrigen Temperaturen die Molekelwärme des Wasserdampfes ähnliche Verhältnisse in bezug auf ihre Abhängigkeit von der Temperatur zeigt, wie das flüssige Wasser, so darf man den bei höheren Temperaturen vorgenommenen Bestimmungen von *Bach* jedenfalls mehr Vertrauen schenken.

Die Giltigkeit der drei Formeln

$$c_v = 4{,}625 + 0{,}00106\,T \text{ für die Gase } O_2, N_2, H_2, CO$$
$$c_v = 6{,}774 + 0{,}00378\,T \text{ für } CO_2$$
$$c_v = 6{,}855 + 0{,}00233\,T \text{ für } H_2O$$

ist eine auf hohe Temperaturen beschränkte. Während man aber, ohne grosse Fehler zu begehen, die für einfache Gase auch für gewöhnliche Temperaturen wird anwenden dürfen, dürfen die beiden anderen nur mit Vorsicht für Temperaturen unter 200°, angewendet werden. Die für Kohlensäure reicht nach den Beobachtungen *Langens* nur bis ungefähr 1700°, oberhalb dieser Temperatur hat die Dissoziation schon einen merklichen Einfluss.

(Schluss folgt.)

Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 422 d. Bd.)

Auch die Firma *W. Fitzner & K. Gamper* in Sielce, Russland (vergl. auch die Fig. 81—83 auf S. 267 des vorigen Bandes), baut ihre Wasserröhrenkessel nach Fig. 196 mit Rücksicht auf sichere Kühlung der unteren Rohrreihen, doch fehlt der Querkessel und die eigenartige Wasserverteilung des *Leinhaas*kessel. Die ebenfalls angewendete Rohrpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass nach Fig. 197 und 198 die Dampfhaube ein eigenes Wasserstandsglas besitzt, was für die Bestimmung der Lage des niedrigsten Wasserstandes im Kessel und für die rechtzeitige Erkennung einer etwaigen (nach Angabe der *Dubiau*vertreter zwar nie eintretenden) Verstopfung der Röhren des Apparates von Wert ist. —

Bei der üblichen Bauart der Wasserkammern mit ebenen Wänden ist eine kräftige Verankerung durch Stehbolzen notwendig, die natürlich um so kostspieliger wird, je höher die Dampfspannung ist. Man hat daher versucht, diese prismatischen Kammern durch zylindrische zu ersetzen, welche jede Verankerung entbehren können.

Eine sehr zweckentsprechende Konstruktion dieser Art ist der Grosswasserraumkessel von *G. Kuhn*, Stuttgart-Berg, der in Fig. 199 und 200 dargestellt ist. Dieser Kessel weist nur zylindrische Formen auf.

Unter der vorderen Wasserkammer liegen in direkter Verbindung mit derselben zwei Quersieder, von denen der

grössere als Feuerbrücke dient. Der vordere Quersieder ist durch kurze Ringstutzen mit zwei schrägliegenden Längssiedern verbunden, die ihrerseits wieder mit dem ganz unten in der Verlängerung des Schrägrostes liegenden Quersieder verbunden sind. Dieser endlich steht durch zwei fast senkrechte Stutzen mit dem oberen grösseren Quersieder in Verbindung.

Die einzelnen Röhrenbündel werden über- und nebeneinander in einer Zahl, wie es die erforderliche Heizfläche nötig macht, angeordnet. An Stelle der vielen Rohr- und Kammerverschlüsse sind hier nur wenige Mannlöcher vorhanden, welche leicht verschliessbar sind.

Die Fabrik von *A. W. Bary* in Moskau hatte 1900 in Paris einen Kessel nach dem *System Schuchow* (Fig. 201 und 202) ausgestellt, der ebenfalls die prismatischen Wasserkammern vermeidet. Der Kessel hatte 93,8 qm Heizfläche und war für 10 Atm. Ueberdruck bestimmt. Die Elemente bestanden aus den beiden zylindrischen Wasserkammern von 648 mm Durchmesser und 597 mm Länge, welche durch Wasserröhren von 76 mm Durchmesser verbunden waren. Zwei

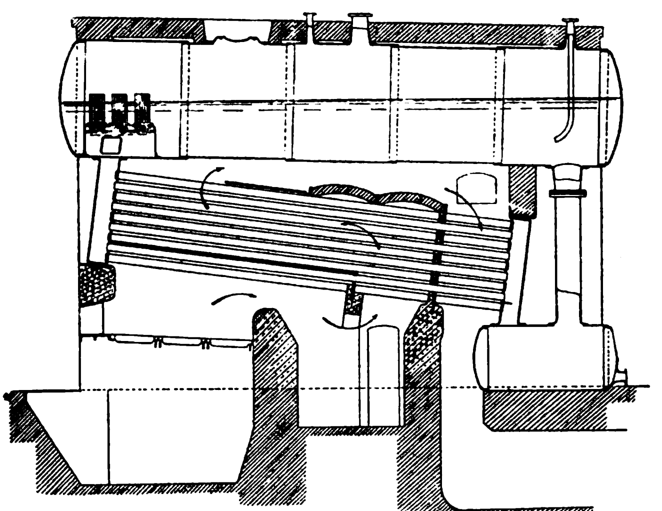


Fig. 196.
Wasserröhrenkessel mit Dubiauscher Rohrpumpe von Fitzner u. Gamper.

sammler vereinigt. Die Wasserkammern werden durch innen liegende Deckel geschlossen, welche ähnlich wie die Verschlüsse von *Simonis & Lanz* (Fig. 143 und 144, S. 373 d. Bd.) eingebracht werden.

Der Kessel besitzt einen Ueberhitzer und wird mit Naphtarückständen geheizt; die Luft wird durch zahlreiche Schlitze von allen Seiten durch das Mauerwerk zugeführt. Besondere Anerkennung verdient die sorgfältige Durchbildung der Einzelteile des Kessels.

Ingenieur *H. Garbe*, Berlin N., hat sich einen Wasserröhrenkessel mit senkrechten Röhren patentieren lassen, der durch die charakteristische Ausbildung der Rohrplatten besonders bemerkenswert ist. Der Kessel besteht aus einem Ober- und einem Unterkessel von 1,1 oder 1,3 m Durchmesser und den verbindenden senkrechten Wasserröhren, welche in Doppelreihen angeordnet sind (Fig. 203—207). Die Rohrplatten haben stufenartige Vorsprünge, sodass jedes Rohr in einer ebenen und senkrecht zur Rohrachse liegenden Rohrwand eingewalzt werden kann (Fig. 208 u. 209). Ferner befindet sich zwischen je zwei Doppelreihen eine Vertiefung

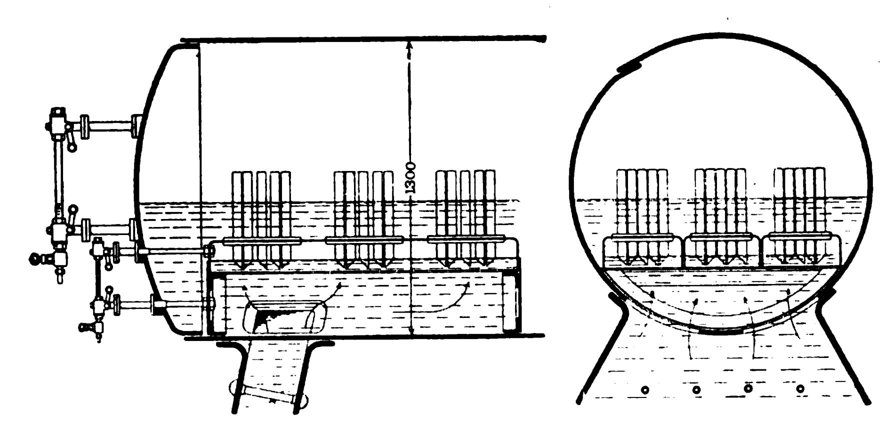


Fig. 197. Fig. 198.
Dubiaupumpe am Kessel von Fitzner u. Gamper.

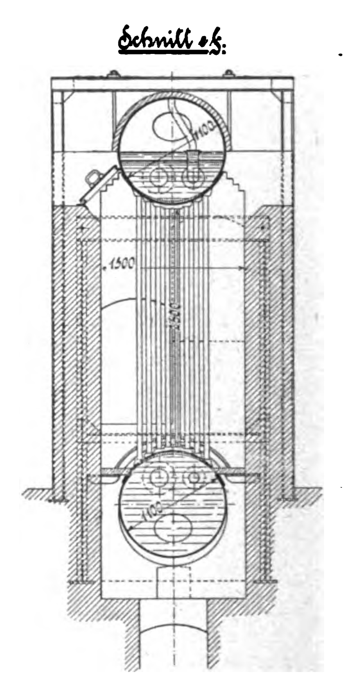


Fig. 203.
Wasserröhrenkessel von Garbe.

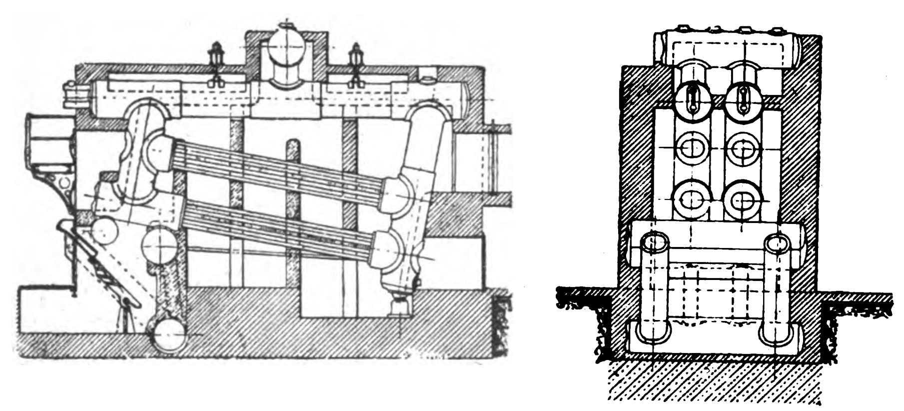


Fig. 199. Fig. 200.
Grosswasserraumkessel mit zylindrischen Wasserkammern von Kuhn.

in der Rohrwand, welche das Einbringen der Rohre an jeder beliebigen Stelle ohne weiteres ermöglicht, wie dies Fig. 210 u. 211 verdeutlicht. Die verschliessbaren und abzudichtenden Oeffnungen in der Kesselwand beschränken sich auf je ein Mannloch im Ober- und Unterkessel, um letztere befahrbahr zu machen. Es sind daher alle Kammer- und Rohrverschlüsse

bis drei solcher Elemente werden übereinander gelegt und mit dem Oberkessel verbunden. Die einzelnen Wasserkammern stehen unter sich durch Ringstutzen in Verbindung. Je nach der Grösse des Kessels werden dann zwei oder mehr der zusammengesetzten Elemente nebeneinander gestellt und durch einen gemeinsamen Schlammsammler und einen Dampf-

vermieden. Das Einwalzen und Reinigen der Rohre geschieht vom Ober- bezw. Unterkessel aus. Zum Reinigen der Rohre kommt eine besonders für den Kessel konstruierte Vorrichtung in Anwendung.

Die eigenartige Form der Rohrplatten des *Garbe*kessels wird durch die Fig. 212 u. 213 sehr deutlich zur Darstellung gebracht.

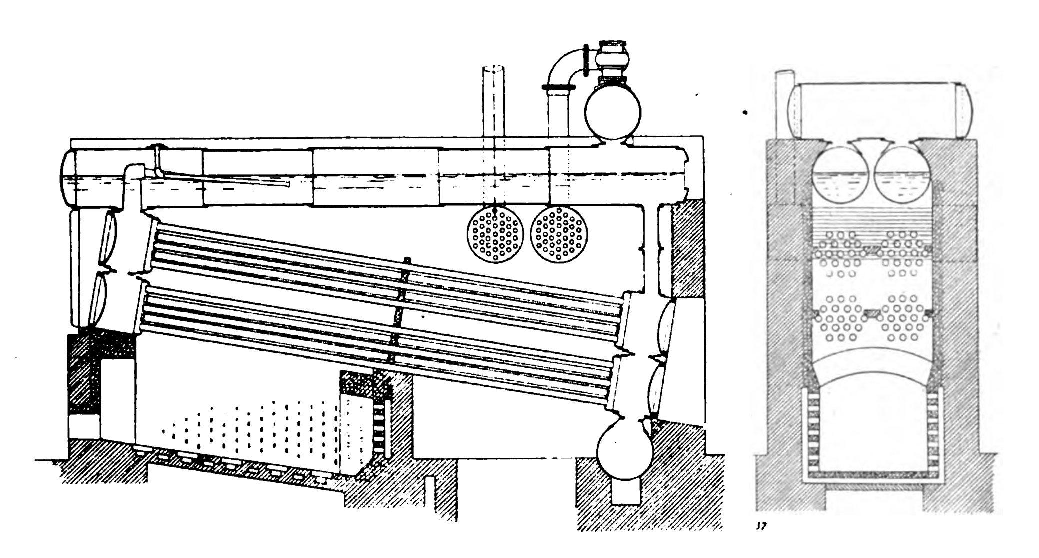


Fig. 201. Fig. 202.
Wasserröhrenkessel System Schuchow mit zylindrischen Wasserkammern von Bary.

Fig. 204. Fig. 205.

Schnitt a b. Schnitt c d.

Schnitt g h.

Schnitt i k.

Fig. 206. Fig. 207.

Fig. 203—207. Wasserröhrenkessel von Garbe.

Die senkrecht gestellten Röhren lassen den entwickelten Dampf bequem entweichen: der Dampf wird daher trocken ausfallen, auch wird die Bildung einer

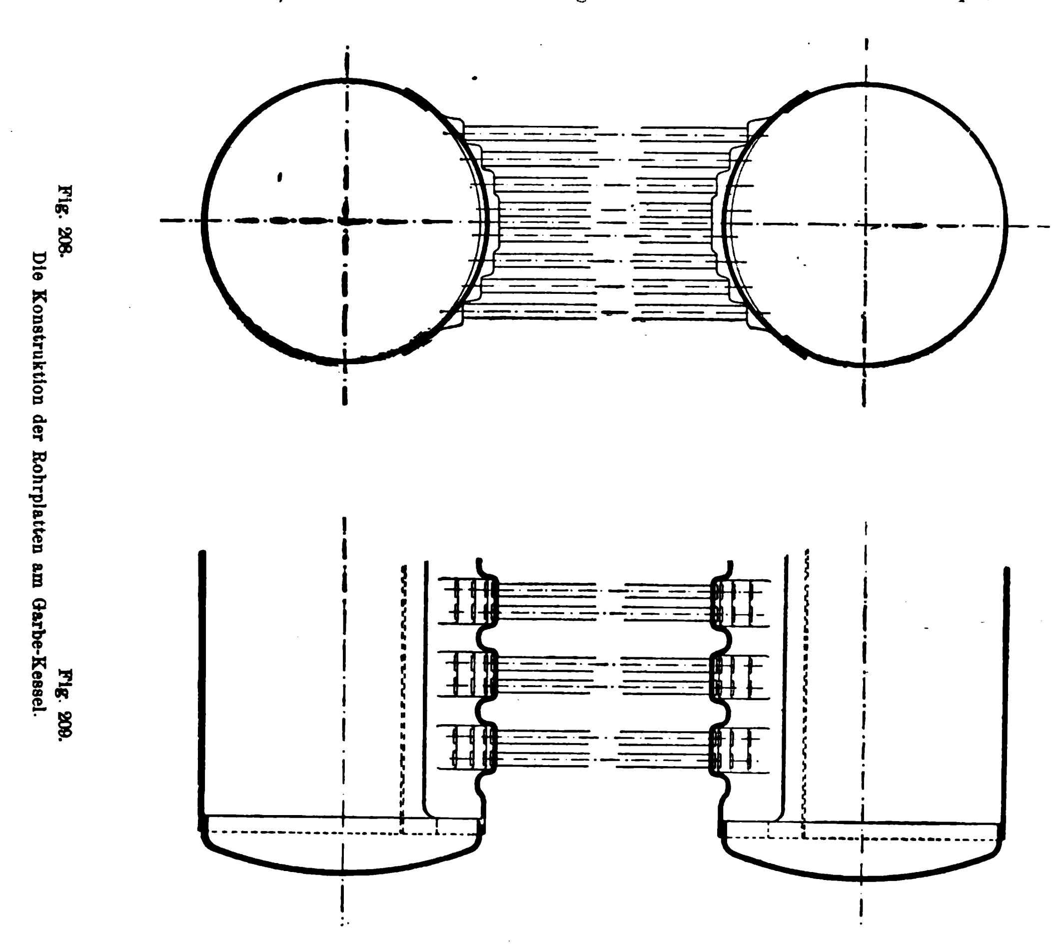


Fig. 208. Fig. 209. Die Konstruktion der Rohrplatten am Garbe-Kessel.

Wärmestauung durch stagnierende Dampfblasen verhindert. Der Kesselstein wird sich nur schwer festsetzen

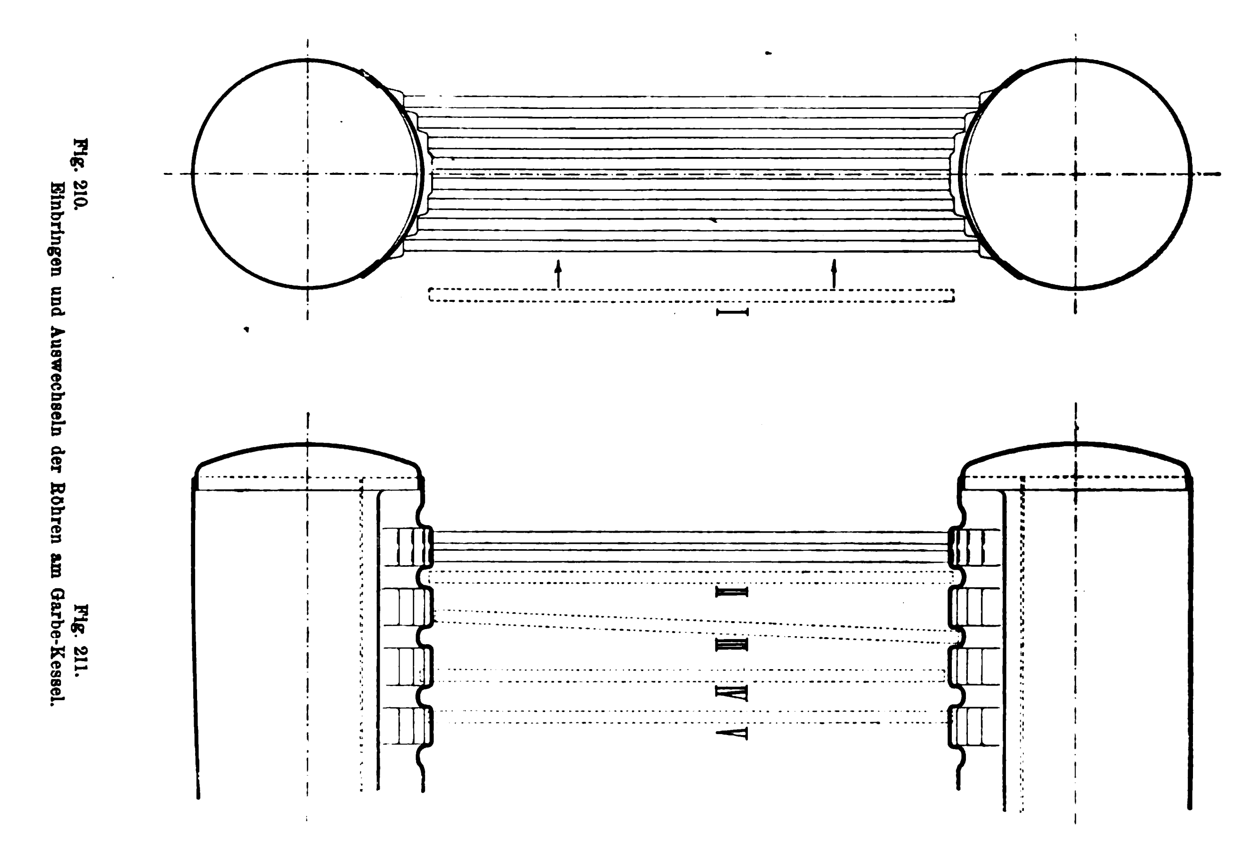


Fig. 210. Fig. 211. Einbringen und Auswechseln der Röhren am Garbe-Kessel.

können, vielmehr in den Unterkessel zurücksinken, oder durch die Wasserbewegung in den Oberkessel geführt werden, so dass die wichtigste Heizfläche dauernd gut wirksam bleibt.

Der dargestellte Kessel hat eine Heizfläche von 130 qm, eine Rostfläche von 3 qm, einen Wasserraum von 11 cbm, einen Dampfraum von 3,8 cbm, eine Wasserspiegelfläche von 8,9 qm und ist für 12 Atm. Betriebsdruck bestimmt.

Auf 1 qm Heizfläche entfallen daher 0,085 cbm Wasser, 0,030 cbm Dampf und 0,069 qm Wasserspiegel, was etwas günstiger als bei den üblichen Wasserrohrkesseln ist. Der *Garbe*kessel kann daher auch bei wechselnder Dampfentnahme Verwendung finden.

Ueber der als Planrostunterfeuerung ausgebildeten Feuerung liegen zwei Vorlagen, die durch je ein weites Fallrohr und eine Anzahl enger Sliederöhren mit dem Oberkessel in Verbindung stehen. Die Heizgase gelangen über die Vorlagen hinweg zu den vertikalen Röhren, die in senkrecht und wagerecht geführten Zügen umspült werden. Der Unterkessel wird im letzten Zuge geheizt.

Das Speisewasser gelangt zuerst in eine Rinne, die im Wasserraum des Oberkessels liegt, wird hier angewärmt, strömt dann durch die hinteren nicht geheizten Fallrohre in den Unterkessel, steigt durch die Röhren in den Oberkessel,



fällt vorn durch die Fallrohre in die Vorlagen und steigt von hier durch die Siederöhren wieder in den Oberkessel. Kessel während der Montage. Gegenüber den Fig. 203—207 ist zu bemerken, dass bei dem Kessel, Fig. 214, die vier

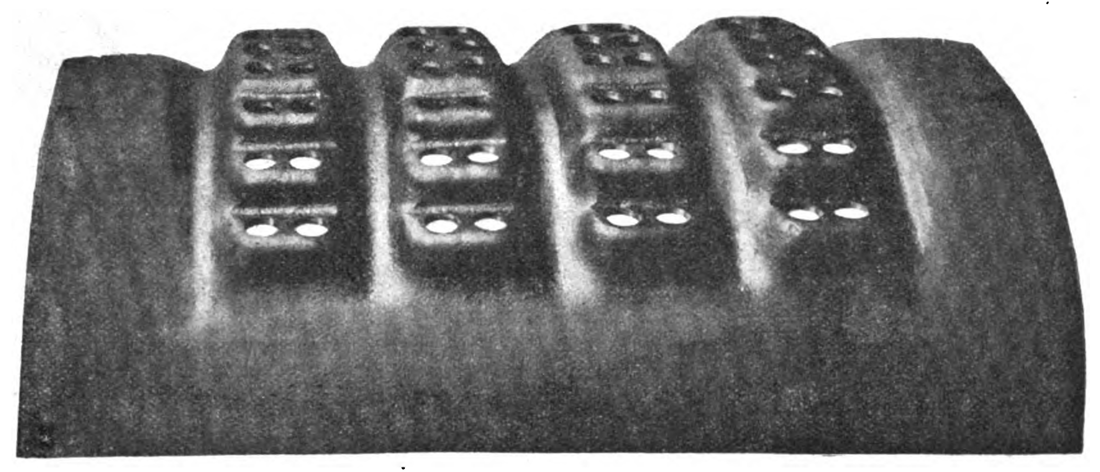


Fig. 212.

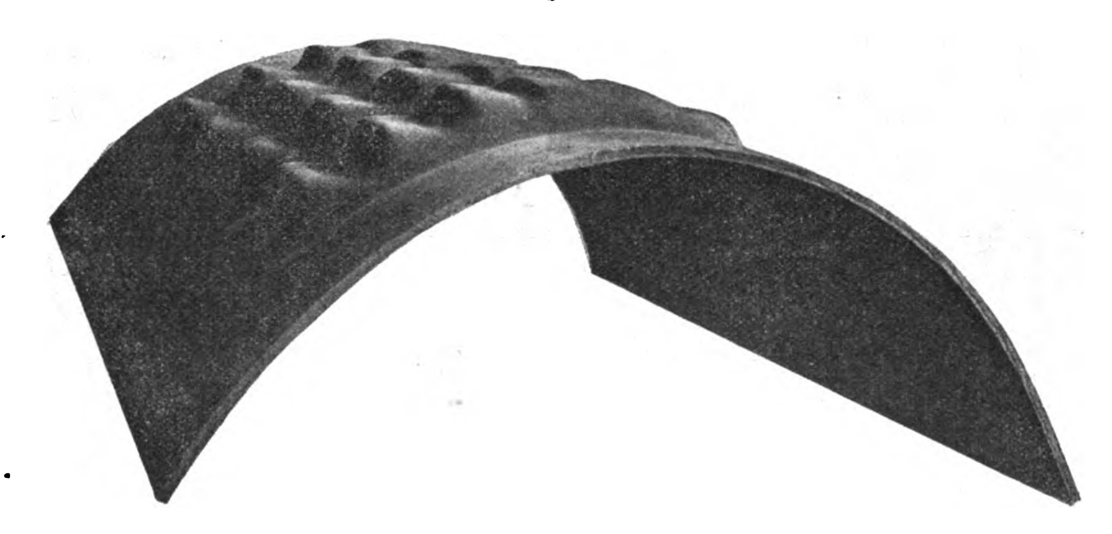


Fig. 213.

Fig. 212 u. 213. Rohrplatten des Garbe-Kessels.

schrägliegenden Rohrreihen, welche den Oberkessel mit den beiden Vorlagen verbinden, mit gebogenen Röhren ausgeführt worden sind. Hierdurch werden die Rohre besser befähigt, ungleiche, durch unregelmässige Erwärmung hervorgerufene Längenänderungen ohne bedeutende Spannungen zu erleiden. Die beiden äusseren Rohrreihen weisen erheblich stärker gekrümmte Rohre auf, was jedenfalls durch die Erstrebung eines möglichst zentralen Anschlusses der Rohre an den Oberkessel, bezw. an die Vorlagen, bedingt ist. Ferner sind die Stirnböden der Vorlagen nicht, wie in den Fig. 203 bis 207, als ebene Platten ausgebildet, welche durch Schrauben an aufgenieteten Winkeleisenringen zu befestigen sind, sondern es haben gewölbte, eingenietete Böden Anwendung gefunden, welche auf der Vorderseite der Vorlagen Mannlöcher enthalten, um das Innere der Vorlagen sowohl für die Reinigung, wie für das Einwalzen nachträglich einzuziehender Rohre zugänglich zu machen.

Fig. 205 lässt die Wasserführung durch die punktierten Linien im Oberkessel erkennen.

Die Ausnutzung der Grundfläche stellt sich beim *Garbe*kessel etwas weniger günstig als bei den üblichen Zweikammerkesseln, wenn nur die durch den Kesselblock bebaute Fläche in Rechnung gezogen wird. Beim *Garbe*kessel kann jedoch der Raum vor dem Kessel event. beschränkt werden, da kein Platz zum Einziehen der Rohre nötig ist, wodurch der erwähnte Nachteil wieder ausgeglichen werden dürfte.

Der *Garbe*kessel ist auch in einer etwas anderen Ausführung als Schiffskessel geplant, wo die leichte Auswechselbarkeit eines Rohres gewiss ein erwünschter Vorzug ist.

Die Ausführung des *Garbe*kessels ist von der Maschinenfabrik, Eisengiesserei, Kessel- und Kupferschmiede *Fr. Gebauer* in Berlin NW., übernommen worden. Ein von dieser Firma gebauter *Garbe*kessel von 148 qm Heizfläche für 12 Atm. Betriebsdruck befindet sich seit mehreren Monaten im anstandslosen Betriebe. Fig. 214 zeigt diesen

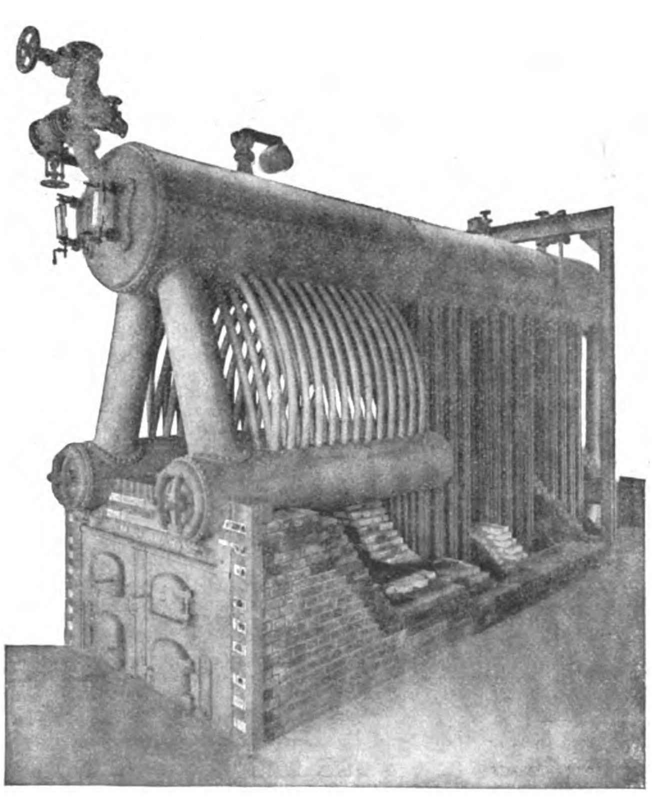


Fig. 214.

Garbe-Kessel während der Montage nach der Ausführung von Gebauer.

(Fortsetzung folgt.)

Ueberhitzer für Lokomotiven.

Von **Ludw. v. Löw**, Dipl.-Ing.

Die grosse Anzahl der verschiedenen Konstruktionen von Ueberhitzern zeigt einesteils, dass man von der Ueberhitzung des Dampfes bei Lokomotiven einen grossen Vorteil erwartet, andererseits, dass sich diese Ueberhitzer noch sehr im Entwicklungszustand befinden.

Der Hauptnachteil der heute gebräuchlichen Konstruktionen liegt meiner Ansicht nach darin, dass der Dampf beim Durchströmen von Rohren überhitzt werden soll. Hierbei wirken nämlich zwei Gesetze der Ueberhitzung entgegen und zwar 1., dass sich der Dampf in der Mitte des Rohres am raschsten und an den Wänden, also an den Heizflächen, am langsamsten bewegt, und 2., dass der überhitzte Dampf ein sehr schlechter Wärmeleiter ist. *Diese beiden Umstände erschweren es sehr, dem inneren Kern der Strömung Wärme zuzuführen*, und wohl aus diesem Grunde befindet sich bei Anwendung der bereits ausgeführten Ueberhitzer, trotz der hohen Temperatur eines Teils des Dampfes noch stets Wasser in ihm.

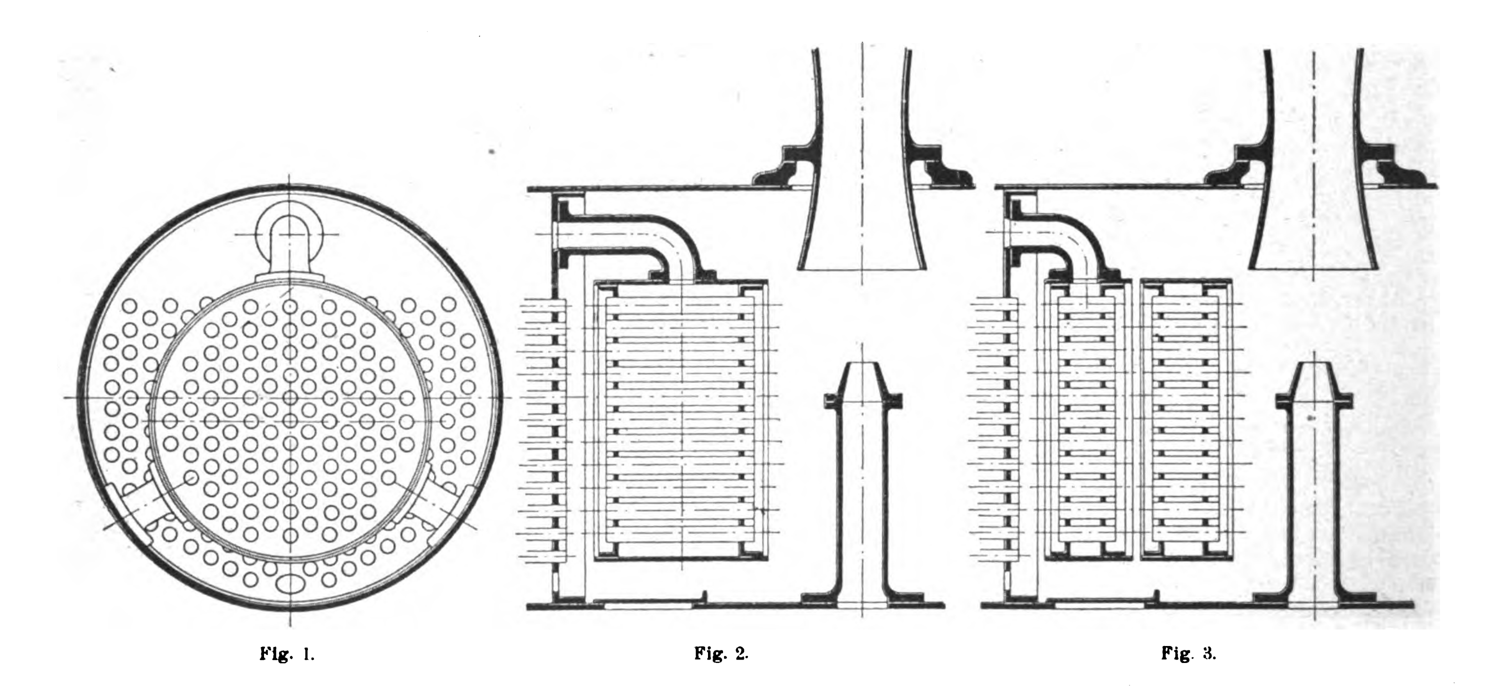


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Bedenken wir ferner, dass der Wert der Ueberhitzung *nicht in der Erhöhung des Wirkungsgrades des Carnotschen Kreisprozesses, sondern in der Verminderung der Kondensation in den Zylindern liegt*, wie durch Versuche von Prof. *M. F. Gutermuth* festgestellt wurde, so müssen wir unsere Bestrebung darauf richten, die *gesamte* Dampfmenge und zwar nur um so viel zu überhitzen, dass keine Kondensation stattfindet; dies kann aber aus den obigen Gründen durch hohe Temperaturen nicht erreicht werden, sondern muss durch gute Mischung des gesättigten mit dem schon überhitzten Dampf erfolgen.

Ein Ueberhitzer, der diese Aufgabe löst, und bei dem der Dampf durch reichliche Wirbelungen in der denkbar innigsten Weise gemischt wird, ist in den Fig. 1 u. 2 für Zwillingslokomotiven und 1 und 3 für Verbundlokomotiven dargestellt. Der Ueberhitzer besteht aus einem, oder bei Verbundlokomotiven aus zwei zylindrischen Gefässen, von denen das vordere, der Rauchkammertür näher gelegene, einen Teil des Verbinders bildet. Diese Trommeln sind von *geraden, sehr dünnwandigen* Heizrohren durchzogen, welche in derselben Entfernung wie die Heizrohre des Langkessels von einander angeordnet sind und einen etwa um 1 mm grösseren Durchmesser haben. Der Ueberhitzer kann daher mitten in die Rauchkammer, *also in den Hauptstrom der heissen Gase hineingestellt werden, ohne dass dadurch das Reinigen der Kesselrohre erschwert würde.* — Wenn die Gase in den Kesselrohren eine grosse Geschwindigkeit haben, so gehen sie direkt in die Ueberhitzerrohre über, wirkt aber der Exhaustor nicht, so steigen sie grösstenteils schon vor dem Ueberhitzer in die Höhe, hierdurch wird einer zu grossen Erhitzung der Rohre beim Stillstand der Lokomotive vorgebeugt. Um die verschiedene Abnutzung der Rohrwände unschädlich zu machen, *können die Ueberhitzertrommeln in sechs verschiedenen Lagen eingebaut werden*, denn die Ein- und Ausströmöffnungen teilen den Umfang in drei und die Länge in zwei gleiche Teile. Stellt sich z. B. bei der Reparatur der Lokomotive heraus, dass der Ueberhitzer hinten unten stark verbrannt ist, so dreht man ihn zunächst um 120°, später um ein zweites Drittel, alsdann macht man durch Drehung um eine vertikale Achse die vordere Rohrwand zur hinteren u. s. w. — Schliesslich muss es noch als ein Vorteil angesehen werden, dass die in den Ecken gelegenen Siederohre, die bei gewöhnlichen Lokomotiven sehr unwirksam sind, durch den vor die mittleren Rohre gestellten Ueberhitzer einen relativ kleineren Widerstand für die durchströmenden Gase bekommen, wodurch ihre Heizfläche besser ausgenutzt wird.

Die jetzt üblichen Berechnungen der erforderlichen Ueberhitzerheizflächen lassen sich auf den beschriebenen Ueberhitzer nicht anwenden, da man den günstigen Einfluss der Wirbelungen während des Ueberhitzens noch nicht kennt; nur durch einwandfreie Versuche beim Einbau verhältnismässig kleiner Ueberhitzer bei vorhandenen Lokomotiven, deren Kessel infolge grosser Feuerkiste, kurzer Siederohre und starker Beanspruchung einen geringen Wirkungsgrad hat, lässt sich feststellen, ob der zu erwartende Vorteil eintritt oder ob es tatsächlich notwendig ist, die Ueberhitzer mit kleiner Heizfläche, denn nur solche dürfen in anbetracht ihres Gewichts bei Lokomotiven verwandt werden, solch hohen Temperaturen, wie heute üblich, auszusetzen.

Schnellfahrende Automobile.

Von **Hans A. Martens**, Regierungsbaumeister.

Die jüngsten Automobilwettfahrten mit ihren schrecklichen Unglücksfällen fordern mehr denn je die öffentliche Meinung auf, zu dem Betrieb der Automobile Stellung zu nehmen. Es mag deshalb an dieser Stelle erlaubt sein, in sachlich-technischer Hinsicht die Frage kurz zu beleuchten, ob überhaupt so hohe Fahrgeschwindigkeiten, wie die unlängst erreichten, von praktischer Bedeutung sind und ob der Bau schnellfahrender Kraftfahrzeuge für öffentliche Verkehrswege das Ziel des modernen Selbstfahrerbaues darzustellen hat.

Unser Zeitalter, im Zeichen des Verkehrs stehend, verlangt nach Schnelligkeit der Beförderung von Personen und Gütern unter gleichzeitiger Bedingung höchster Betriebssicherheit und Verbilligung der Beförderungskosten. Die Industrie arbeitet mit fieberhafter Tätigkeit daran, für unsere grösste Verkehrseinrichtung, die Eisenbahnen, immer leistungsfähigere Lokomotiven zu bauen, um den erhöhten Anforderungen des Verkehrs gerecht werden zu können. Der Elektromotor tritt mit der Dampfmaschine in Wettbewerb, deren Kraft fast bei höheren Geschwindigkeiten zu versagen scheint. Preisausschreiben fördern die Bestrebungen zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, eine Studiengesellschaft studiert unter Aufwand grosser Kosten die Grundlagen des Schnellbetriebs an Hand von Versuchen, zu denen die Militärverwaltung eine Strecke zur Verfügung stellt und die deutsche Technik ist stolz, so bahnbrechend auf dem Gebiete des Schnellbahnbetriebs gewesen zu sein, dass sie als erste bei den Versuchen Fahrgeschwindigkeiten von über 160 km in der Stunde, das sind 44 m in der Sekunde, erreichte. Bedenkt man nun, dass der ganze Eisenbahnbetrieb ein fortgesetzter Kampf mit der Gefahr ist, dass auch Unfälle auf ihnen immer vorkommen werden, so legt man sich unwillkürlich die Frage vor, warum denn den Bestrebungen nach erhöhter Geschwindigkeit im Kraftwagenbetrieb gegenüber eine so ablehnende Haltung eingenommen wird.

Diese berechtigte Stimmung von Publikum und Behörden gegen die Selbstfahrer liegt in dem Unterschiede des Betriebes dieser und der Eisenbahnen begründet. Die Eisenbahnfahrzeuge laufen in zwangsläufiger Bahn, in der sie durch den Kraftschluss zwischen Schiene und dem mit Spurkranz versehenen Rad gehalten werden. Ueberall, wo die Bahnen mit öffentlichen Verkehrswegen in Berührung kommen, ist für ihre Absperrung, die eine ständige oder zeitweilige ist, gesorgt. Und längst ist den Eisenbahntechnikern klar, dass mit einer wesentlichen Erhöhung der jetzigen Schnellzugsgeschwindigkeit ein für den andern Verkehr gänzlich abgesperrter Bahnkörper erbaut werden muss, wie denn auch der bekannte Schnellbahnentwurf Berlin—Hamburg einen solchen in erhöhter Lage vorsieht. Auch die Hoch- und Untergrundbahnen legen ein beredtes Zeugnis ab für die Anschauung, dass eine grössere als die im Strassenverkehr übliche Geschwindigkeit nur auf den anderem Verkehr gänzlich unzugänglichen Bahnkörpern innegehalten werden kann und zulässig ist; es ist nicht allein die Rücksicht auf die Strassenverkehrsentlastung, die diese Bahnen aus dem Strassenniveau herausgerückt hat. Zudem ist die Bahnstrecke in der Regel frei, sodass die Fahrt unbehindert stattfinden kann. Eisenbahnen aber, die unbewachte Wegeübergänge kreuzen oder gar eine öffentliche Strasse benützen, dürfen bei uns in Deutschland nur mit festgesetzter verminderter Geschwindigkeit fahren.

Ganz anders liegen die Verhältnisse, unter denen der Automobilverkehr sich abspielt. Mitten im Verkehr von Wagen und Fussgängern nehmen sie ihren durch keine Schiene vorgeschriebenen Lauf, einzig und allein gelenkt durch die Intelligenz und Geschicklichkeit des Führers. Dass unter diesen erschwerenden Fahrbedingungen eine höhere Geschwindigkeit durchaus unzulässig ist, bedarf des Beweises nicht. Es geht mithin der Automobilbau ganz falsche Bahnen, wenn er die Vervollkommnung des Automobils in der Erreichung ähnlicher Geschwindigkeiten sieht, wie sie die Personen und Schnellzüge haben. Er muss sich deshalb ganz anderen Zielen zuwenden, die in der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Beförderung von Personen und Gütern liegen, wobei eine mässige Erhöhung der Geschwindigkeit, als sie zur Zeit mit den von Pferden betriebenen Fuhrwerken erreicht wird, nicht ausgeschlossen erscheint. Diesen Weg sind die Strassenbahnen ebenfalls nicht zu ihren Ungunsten gegangen: An Stelle der tierischen ist die elektrische Kraft getreten und hat die Betriebskosten wesentlich vermindert. Die Geschwindigkeit ist in den belebten Strassen eine nicht höhere, als beim früheren Betrieb mit Pferden: aber der Fahrpreis ist erniedrigt worden und der Verkehr und die Einnahmen sind trotzdem bedeutend gestiegen. Bei den Strassenbahnen ist die Festsetzung und Ueberwachung der Geschwindigkeiten, die in den Fahrplänen zum Ausdruck kommen, für die Aufsichtsbehörde ein Leichtes. Schwieriger ist diese Aufgabe bei dem Automobilbetrieb. Zunächst könnten die Fabriken selbst dazu beitragen, indem sie für jedes für den öffentlichen Verkehr bestimmte Fahrzeug die Maschine nur so stark bauen, dass eine Ueberschreitung der durch Vereinbarung festgesetzten Höchstgeschwindigkeit auf keinen Fall möglich ist.

Für die Festlegung der ermässigten Geschwindigkeiten in den Strassen können die Erfahrungen der Strassenbahnen Anhalt geben. Es wird nicht ausbleiben, durch eine einfache Vorrichtung dem Führer und auch den Aufsichtsorganen zwei oder drei verschiedene Geschwindigkeitsstufen etwa durch sichtbare Farbschilder an der Vorderwand des Fahrzeuges anzuzeigen.

Erst wenn das Automobil in angemessener Geschwindigkeit sachgemäss und verständig geführt wird, wird das Vorurteil gegen dasselbe schwinden, der Bedarf und die Nachfrage nach ihm als einem wirklichen Verkehrsmittel steigen und der Stadt- und Landverkehr um ein bequemes und billiges Verkehrsmittel reicher sein. Dort aber, wo sich der Bau einer Eisenbahn nicht verlohnt, die gegenwärtigen Transportmittel in der Gestalt des schwerfälligen Omnibus und des Lastwagens aber längst nicht mehr ausreichen, wird der Kraftwagen in voller Daseinsberechtigung zum Kulturträger werden. Es kann deshalb im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung der Kraftwagen, einer bemerkenswerten Erscheinung im Verkehrswesen, ein verständiges Vorgehen im Automobil-Bau und Betrieb nur wünschenswert erscheinen.

Geräuschlos arbeitendes Kettengetriebe.[1]

Die Vorteile der Kettengetriebe für Kraftübertragungszwecke sind so allgemein bekannt, dass wir an dieser Stelle hierauf nicht näher einzugehen brauchen. Trotzdem ist ihre Anwendung verhältnismässig selten, zumal bei uns in Deutschland. Der Grund für diese Erscheinung liegt in den folgenden drei grossen Nachteilen, welche jedes Kettengetriebe bislang aufzuweisen hatte:

1. Es verursacht beim Arbeiten ein heftiges Geräusch;
2. nur geringe Geschwindigkeiten dürfen benutzt werden;
3. im Betriebe tritt eine mehr oder minder grosse Abnutzung ein.

Diese drei unangenehmen Eigenschaften aller bislang bekannten Kettengetriebe haben sämtlich ihren Grund in der

[1] Transactions of the American Society of Mechanical Engineers Vol. XXIII, p. 373.



teils durch Dehnung des Materials, teils durch Abnutzung hervorgerufenen Verlängerung der einzelnen Kettenglieder. Das wird sofort klar bei einem Blick auf Fig. 1. Nehmen wir an, die hier dargestellte Kette und Rad seien für einander passend gearbeitet und es handle sich um das durch die Kette getriebene Rad. Schon unmittelbar nach dem Arbeitsbeginn werden, da an der Kette selbst eine ziehende Kraft vorhanden ist, Verlängerungen der Kettenglieder eintreten. Es liegt jetzt nur noch der auf Zahn *a* folgende Kettenbolzen an; beim Drehen des Rades muss dieser an dem Zahne *a* entlang gleiten, wodurch ein schnarrendes Geräusch hervorgerufen wird. Schliesslich gleitet er vollkommen von dem Zahne herab, und in dem Augenblicke, wo der Zusammenhang zwischen beiden gelöst ist, dreht sich das Rad unter dem Einfluss der Last rückwärts und es trifft der folgende Kettenbolzen mit hörbarem Schlag gegen den Zahn *b*. Durch jene Gleitbewegung sowohl, wie durch den Schlag tritt Abnutzung, sei es des Rades, sei es der Kette ein und der im Anfang geringe Unterschied zwischen der Länge der Kettenglieder und der Teilung des Rades vergrössert sich mehr und mehr. Die Schnelligkeit der Abnutzung hängt naturgemäss von der Häufigkeit und Heftigkeit der schädlichen Bewegungen ab, und es bleibt daher nichts übrig, um die Lebensdauer der Kraftübertragung nicht zu sehr abzukürzen, als die Geschwindigkeit der Kette gering zu halten. Das Gesagte gilt allgemein für alle Kettenübertragungen der bislang benutzten Form, wobei natürlich eine besonders gute Ausführung und bestes Material die erwähnten Fehler vermindern kann. Dagegen ist es auf diese Weise nie möglich, den Fehler ganz zu beseitigen, das gelingt nur durch eine Aenderung der Konstruktion selbst und ist in vollkommener Weise erreicht durch *Renold* in Manchester. In welcher Weise er die nach ihm benannte Kette ausgebildet hat, zeigen Fig. 2—4, die ohne jede Erklärung verständlich sein dürften. Wie diese Kette aber arbeitet, und warum alle die oben gekennzeichneten Fehler bei ihr nicht vorhanden sind, lehrt Fig. 5. Hier kommen nicht die Kettenbolzen an die Zähne des Rades und dieses selbst zu liegen, sondern die eigentümlich gestalteten Laschen legen sich gegen die Zähne, ohne je den eigentlichen Raddurchmesser zu berühren. Tritt jetzt aus irgend einem Grunde ein Unterschied in der Länge des Kettengliedes und der Teilung des Rades ein, so bleiben trotzdem noch ebenso viel Zähne wie vorher mit der Kette in Berührung; diese drückt sich nur weiter nach aussen. Beim Arbeiten der Kettenübertragung tritt infolgedessen niemals ein Stoss des Rades gegen die Kette, noch ein Gleiten der Lasche auf dem Zahne ein; denn in dem Augenblicke, wo eine solche Lasche ausser Berührung mit dem Zahne kommt, übernimmt die nächstfolgende, welche ja schon vorher fest anlag, ihre Rolle. Dadurch sind aber mit einem Schlage die genannten drei Uebelstände aufgehoben, und die Erfahrung hat auch bewiesen: die *Renold*ketten arbeiten fast geräuschlos, sie sind bei hohen Geschwindigkeiten brauchbar und ihre Abnutzung ist ausserordentlich gering. Sodann zeigen sie noch einen weiteren, grossen Vorteil: da immer eine ganze Reihe Zähne gleichzeitig arbeitet, ganz gleichgiltig, ob die genaue Uebereinstimmung zwischen der Länge der Kettenglieder und Radteilung noch vorhanden ist oder nicht, so vermag eine solche Kette auch eine viel grössere Last zu tragen; und aus dem gleichen Grunde ist ferner die Anwendung mehrerer Ketten nebeneinander auf demselben Rade möglich, was bei den bisherigen Konstruktionen keinen Sinn hatte, da dann doch stets nur eine von den Ketten arbeitete. Da nun ausserdem die Auflagerflächen bei der *Renold*kette beträchtlich grösser, als bei der alten Konstruktion sind, so ist durch alle diese Umstände die Uebertragung viel bedeutenderer Kräfte wie früher ermöglicht.

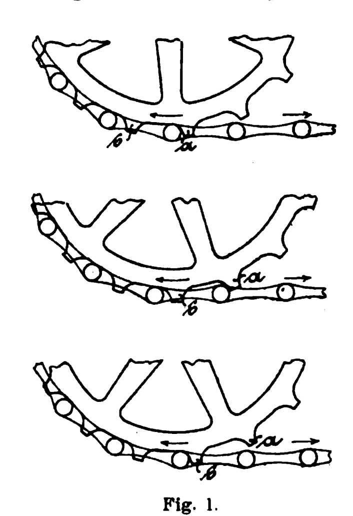


Fig. 1.

Dass ein gutes Arbeiten der Kette nur stattfinden wird bei sehr sauberer Ausführung der einzelnen Teile, braucht kaum erwähnt zu werden; hinweisen wollen wir nur darauf, dass ein sehr wichtiger Punkt die richtige Gestaltung der Zähne ist. Sie werden in der *Renold*schen Fabrik mit besonderen Fräsern hergestellt und erhalten grade Stirnflächen, um eine recht grosse Auflagerfläche zu bieten. Bei bestimmter Teilung wächst der Winkel zwischen den beiden Stirnflächen mit dem Durchmesser des Kettenrades oder, anders ausgedrückt, mit der Anzahl der Zähne. Diese wählt *Renold* zwischen 18 und 120, da bei den von ihm erprobten Abmessungen die Zahnflanken bei der unteren Grenze parallel werden, bei der oberen aber ein so grosser Winkel entsteht, dass bei nicht ganz gleichmässiger Last ein Herausspringen der Kette aus dem Rade befürchtet werden muss. Um dieses überhaupt nach Möglichkeit zu vermeiden, gibt man stets einem der beiden Kettenräder seitliche Wangen und zwar, da die Erfahrung dies als richtiger gezeigt hat, dem getriebenen Rade. Die Entfernung der Mittelpunkte der beiden Wellen, der getriebenen und der treibenden, kann in weiten Grenzen schwanken; muss sie einerseits selbstverständlich mindestens so gross sein, dass eine Berührung der beiden Kettenräder nicht stattfindet, so kann sie andererseits jede gewünschte und noch wirtschaftlich erscheinende Grösse annehmen; nur sollte in Entfernungen von 3 zu 4 Meter immer eine Leitrolle zur Unterstützung, wenigstens bei wagerechtem Trieb, angeordnet werden. Der Kettentrieb kann im übrigen wagerecht, geneigt oder senkrecht angenommen werden; nur achte man im letzteren Falle darauf, dass das grössere Rad oben zu liegen kommt, da sonst durch das Kettengewicht die einzelnen Glieder zu sehr in das Rad hineingedrückt werden und der Wirkungsgrad der Uebertragung leidet. Auch sollte bei dieser Anordnung für eine Spannrolle auf der schlaffen Kettenseite gesorgt werden, um ein Abfallen der Kette von dem unteren Rad zu vermeiden.

Fig. 2. Fig. 3.

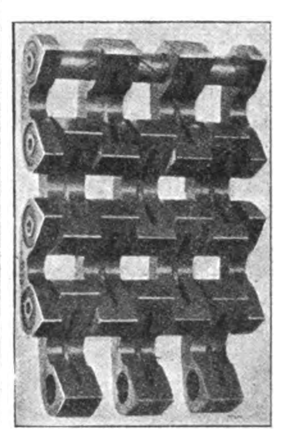


Fig. 4.

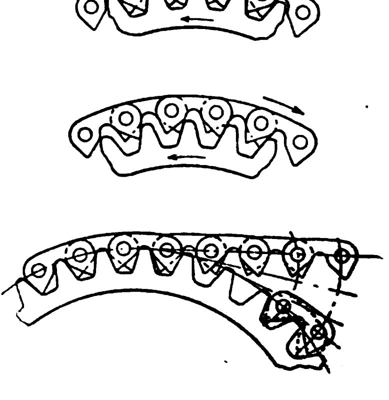


Fig. 5.

Die Kettengeschwindigkeit wird nur dadurch begrenzt, dass die Schmierung desto schwieriger wird, je rascher die Kette läuft. Bei

einer Geschwindigkeit von etwas über 400 m in der Minute beginnt das Oel infolge der Zentrifugalkraft abzufliegen; diese Zahl sollte also stets unterschritten werden. Oder man schliesse die ganze Uebertragung in ein Gehäuse ein und fülle dieses ganz mit Oel. Dann kann, wie die Erfahrung gezeigt hat, die Geschwindigkeit ohne Bedenken auf 800 m und mehr gesteigert werden. In dieser Weise wurde z. B. die Uebertragung vom Motor auf die Wagenachse bei der einschienigen Eisenbahn auf der Brüsseler Ausstellung ausgeführt, wo es sich um 75 Pferdestärken handelte.

Die geschilderte Kettenübertragung findet man in England sehr häufig, und vereinzelt auch in Amerika, während sie bei uns noch wenig Verbreitung gefunden hat. Es ist aber doch zu bedenken, ob wir nicht von unserem Vorurteile gegen Kettenübertragungen zurückkommen sollten, wenn man sieht, in wie verschiedenen Fällen der Engländer davon in der beschriebenen Form Gebrauch macht. Dort dient sie zum Antrieb von Werkzeugmaschinen, hier von Bootswellen und Achsen von Motorwagen, hier wieder von Dampfmaschinenregulatoren. Als besonders bemerkenswert nennt unsere Quelle die Tatsache, dass in der neuen Fabrik der *Natural Food Company* an den Niagarafällen der Antrieb mittels einer solchen Kette ausgeführt ist, wo starke plötzliche Entlastungen und Belastungen von 1 bis auf 40 Pferdestärken vorkommen, ohne dass sich Schwierigkeiten gezeigt hätten.

So können tatsächlich mit dieser geräuschlos arbeitenden Kettenübertragung alle Vorteile der Ketten im allgemeinen ausgenutzt werden, einerseits gegenüber dem Riemen, wie unabänderliches Uebersetzungsverhältnis, Fortfall eines grossen Teiles des Reibungsverlustes, Möglichkeit der Anwendung bei kurzen Wellenentfernungen, in heissen oder dampferfüllten Räumen, andererseits gegenüber dem Zahnrade, wie fast geräuschloser Gang, Unabhängigkeit von der Wellenentfernung, geringerer Reibungsverlust und grössere Lebensdauer. Und dabei brauchen die sonst bei Kettenübertragungen störend auftretenden Umstände, die wir eingangs namhaft machten, nicht mit in den Kauf genommen zu werden.

F. Mbg.

Neuerungen an den verschiedenen Systemen der drahtlosen Telegraphie.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**, Wien.

(Schluss von S. 427 d. Bd.)

Feststellung des Widerstandsabfalles der Fritter.

Die Art und Weise, wie *Tissot* dazu gelangt ist, den Widerstandsabfall eines dem Einflusse elektrischer Wellen ausgesetzten Fritters zu schützen, ist eine der bemerkenswertesten und interessantesten Arbeiten dieses gelehrten Offiziers. Die hierbei gemachten Feststellungen sind nicht nur vom theoretischen Standpunkte von hervorragendem Interesse, sondern haben auch eine bedeutende praktische Tragweite.

Als Verfahren für die Messungen diente die Substitutionsmethode. Sobald die Frittröhre durch den Einfluss der Wellen zur Kohäsion gelangt, wird sie in einen Stromkreis gebracht, der in jeder Beziehung gleichwertig mit jenem ist, in welchem die Kohäsion erfolgt. In diesen Stromkreis ist ein Galvanometer eingeschaltet, dessen Teilung so eingerichtet ist, dass aus dem Nadelausschlag sofort der vorhandene Widerstand der Frittröhre abgelesen werden kann. Die Anwendung dieses Verfahrens erfordert aber eine Reihe von Vorsichtsmassregeln. Um die Regelung der Frittröhren zu ermöglichen, muss in den Stromkreis ein sehr grosser Widerstand zwischengeschaltet werden (5—10 000 Ohm). Der Strom, welcher das Relais durchläuft, darf niemals eine grössere Intensität als einige Zehntel eines Milliampères haben.

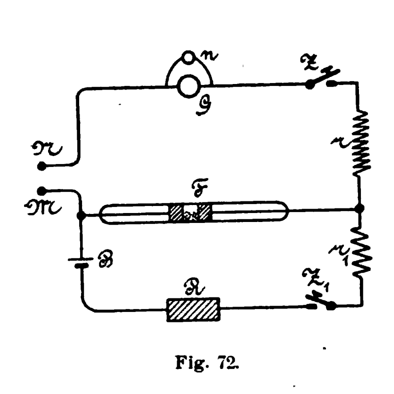


Fig. 72.

In einem derartigen Stromkreise kann man aber Widerstandsunterschiede von 100—200 Ohm nicht mehr genau bestimmen. Um diesem Hindernisse einer genauen Widerstandsbestimmung zu begegnen, hat nun *Tissot* zwei getrennte Stromkreise angeordnet. In der Fig. 72 stellt F den Fritter dar. F, B, R, Z_1, r_1 ist der Empfangsstromkreis und F, M, N, G, Z, r der Messtromkreis.

In dem Messtromkreise ist das Relais durch das Galvanometer G ersetzt, welches mit einem Nebenschlusse n versehen ist. Die Batterie wird zwischen die beiden Klemmen eingesetzt, und mit einem Potentiometer in Verbindung gebracht, welches in den Messtromkreis die Einführung eines stärkeren Stromes verhindert. Der Strom dieses Kreises ist unter allen Umständen geringer als jener, welcher in dem Relaisstromkreis zirkuliert. Die beiden Taste z, z_1 gestatten die beiden Stromkreise nach Bedarf zu öffnen oder zu schliessen.

Man kann auf diese Weise dem Widerstande r einen sehr kleinen Wert geben, um ausreichende Ausschläge am Galvanometer zu erhalten, ohne hierbei genötigt zu sein, den Strom, welcher den Fritter durchfliesst, zu ändern, was eine der Hauptbedingungen für die richtige Durchführung derartiger Messungen bildet.

Will man nach diesem Verfahren den praktischen Wert einer Frittröhre feststellen, so ist es notwendig, eine sehr grosse Anzahl von Messungen zu machen. Sei in Wirklichkeit W der Widerstand einer entfritteten Röhre, und w der Widerstand derselben im frittenden Zustande, so müssen die Messungen von W und w mit einem permanenten Strome in dem Stromkreise durchgeführt werden.

Die im Fritter hervorgerufene Kohäsion ist eine Erscheinung, welche sich auf die Oberfläche der einzelnen Teile der Feilspäne bezieht. Beim Messen des Widerstandes mit konstantem Strom kommt aber die Gesamtmasse der Späne in Betracht, woraus folgt, dass eine einzelne Beobachtung überhaupt kein Resultat ergeben kann.

Es ist im Gegenteile notwendig, die Messungen in grosser Anzahl vorzunehmen und die Ergebnisse graphisch festzustellen. Dies macht die Arbeit selbstverständlich zu einer sehr mühsamen und zeitraubenden.

Der Vorgang bei diesen Messungen soll an einem Beispiel klar gelegt werden. Für eine gegebene Uebertragung T auf eine Entfernung, die eine stets gleich bleibende sein muss, werden beispielsweise 200 Messungen an derselben Frittröhre gemacht, wobei angenommen wird, dass der Widerstand der entfritteten Röhre R stets der gleiche bleibe.

Man erhält bei diesen Messungen des kohärierten Fritters eine Reihe von Werten, die sich zwischen r_1 und r_2 bewegen.

Werden nun die für die verschiedenen Werte von r gewonnenen Zahlen als Abszissen und die Anzahl der Messungen, welche annähernd den gleichen Wert für r ergeben haben, als Ordinaten aufgetragen, so erhält man eine Kurve von der in Fig. 73 dargestellten Form, welche den mittleren wahrscheinlichen Wert des Widerstandes r, welchen die Röhre unter dem Einflusse der entsendeten Wellen erhält, für eine gegebene Transmission und Entfernung darstellt.

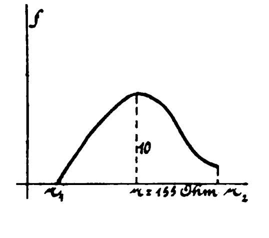


Fig. 73.

Wiederholt man diese Feststellung für eine andere Transmission T' auf dieselbe Entfernung d', so findet man für jede Röhre die erhaltenen Kurven in der Form gleich.



Die Konstruktion der Kurven muss jedoch immer auf einer sehr grossen Zahl von Messungen aufgebaut werden. Bei Vergleich der Kurven zeigt sich, dass der mittlere wahrscheinliche Wert von r ein verschiedener ist, und dass diese verschiedenen Werte auch verschiedenen Transmissionen entsprechen.

Hierdurch ist man in der Lage, die verschiedenen Transmissionsbedingungen gegenseitig vergleichen zu können, ebenso wie sich der Einfluss der Entfernungen bei gegebener Transmission vergleichen lässt. Vergleicht man die Form der Kurven für eine sehr grosse Anzahl von Röhren, so ist festzustellen, dass sich diese Kurven in drei von einander deutlich verschiedene Klassen einteilen lassen, deren Typen in den Fig. 74, A, B, C wiedergegeben sind.

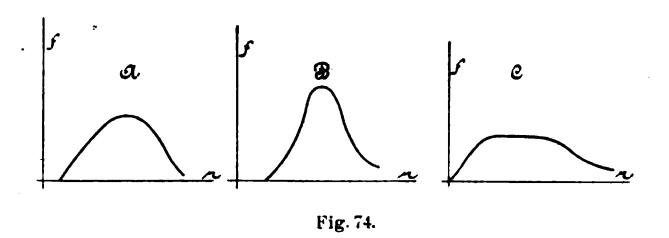


Fig. 74.

Die Type A ist die am häufigsten vorkommende und entspricht einer regulär arbeitenden Röhre. Diese Type ist aber für jeden Fall ungünstiger, als die Type B, welche ein viel mehr hervortretendes Maximum aufweist und einen Spielraum für eine genaue Regulierung des Relais frei lässt. Die Type C entspricht einer mangelhaften Röhre, deren Mangelhaftigkeit in den grossen Sprüngen der gefundenen Widerstände ihre Ursachen hat, die es eben unmöglich machen, das Relais und den eingeschalteten Widerstand in einer Weise dauernd zu regulieren, dass ersteres den verschiedenen Bedingungen einer guten Aufnahme entspricht. Eine derartige Röhre soll daher, wenn sie sich auch als sehr empfindlich erweist, nicht verwendet werden, weil sie praktisch unbrauchbar ist.

Man ersieht hieraus, dass die Durchführung solcher Messungen auch einen grossen praktischen Wert haben, weil dieselben es ermöglichen, aus einer Reihe von Frittröhren die schlechten herauszufinden. Die aus einer grossen Zahl von Messungen gewonnenen Ergebnisse, welche auch einen Schluss auf die Konstruktion der Fritter gestatten, lassen sich wie folgt zusammenfassen.

1. Die Oxydation oder eine chemische Aenderung der Oberfläche der verwendeten Feilspäne oder der Elektroden eines Fritters ist nicht notwendig. Man kann gute Fritter auch mit nicht oxydierten Elektroden und Feilspänen herstellen.

2. Die Gegenwart von Wasser oder Wasserdampf in dem Fritter ist unter allen Umständen schädlich. Ein dauerhaftes Arbeiten mit einem Fritter ist nur dann möglich, wenn alle Teile desselben vorher mit grosser Sorgfalt getrocknet wurden.

3. Die Kohäsion oder das Fritten erfolgt mit der gleichen Leichtigkeit im luftverdünnten Raume wie in den verschiedenen indifferenten Gasen. Auch in verdünnten Gasen wird das Fritten nicht besser.

4. In dem Fritter treten, während derselbe dem Einflusse elektrischer Wellen ausgesetzt ist, keine Funken zwischen den einzelnen Feilspänen auf.

Es ist in der Tat unmöglich, den geringsten Funken bei der Untersuchung des Fritters während der Aufnahme in einem dunklen Raume mit dem Miskroskope wahrzunehmen. Ebensowenig gelingt es, auf einer photographischen Platte, welche mit einem dem Empfange ausgesetzten Fritter durch mehrere Stunden in einem lichtabschliessenden Gehäuse eingeschlossen ist, bei der nachfolgenden Entwicklung einen Schleier zu entdecken. *Tissot* glaubt auch, dass sich weder Brücken noch Ketten im Fritter bilden.

5. Der Widerstand R der entfritteten Röhre und der Widerstand r derselben Röhre im Frittzustande sind für ein und dieselbe Röhre sehr veränderlich. Man beobachtet, dass der Wert von R unter dem Einfluss der Erschütterung beim Entfritten zwischen einem grössten Wert R_2 und einem geringsten Wert R_1 hin- und herschwankt. Bezeichnet R einen mittleren Wert, so ist $R_1 < R < R_2$. In gleicher Weise nimmt der Wert von r unter dem Einflusse der elektrischen Wellen einen grössten und einen geringsten Wert an, zwischen welchem er hin- und herschwankt. Man hat sonach auch hier die Beziehung $r_1 < r < r_2$.

Wird eine entfrittete Röhre, welche einen Widerstand R aufweist, der zwischen R_1 und R_2 liegt, dem Einflusse elektrischer Wellen ausgesetzt, so behält sie nach dem Einflusse der Wellen entweder diesen Wert (der Fritter erweist sich dem Einflusse der elektrischen Wellen gegenüber unempfindlich) oder er nimmt einen Widerstand an, dessen Wert r zwischen r_1 und r_2 liegt.

Es ergibt sich ferner, dass Entfrittung durch einen Schlag nur dann eintritt, wenn die Intensität des Stromes oder besser gesagt die Dichte des die Röhre durchlaufenden Stromes unter allen Umständen unter einem gewissen Grenzwert liegt, der sich für jeden Fritter, ohne Rücksicht auf die elektromotorische Kraft, welche zur Anwendung gelangt, ändert. Es kann z. B. ein Fritter, welcher unter einer Spannung von 0,1 Volt funktioniert, unter günstigen Bedingungen auch bei einer aufgewendeten Spannung von 1 und selbst 10 Volt unter der Bedingung gut funktionieren, dass ein entsprechender Widerstand (r' in Fig. 72) eingeschaltet wird, sodass die Stromdichte immer unter der gegebenen Grenze liegt.

Dementsprechend scheint es, dass der Begriff der kritischen elektromotorischen Kraft der Kohäsion nicht aufrecht erhalten werden kann und durch den kritischen Strom oder die kritische Intensität ersetzt werden sollte.

Es sind nun zwei Werte dieser Intensität zu betrachten, und zwar der Wert $\frac{E}{R+\varrho}$ (wobei ϱ den Widerstand ausserhalb der Frittröhre bedeutet), welcher zwischen $\frac{E}{R_2+\varrho}$ und $\frac{E}{R_1+\varrho}$ für die entfrittete Röhre hin- und herschwankt, und der Wert $\frac{E}{r+\varrho}$, welcher zwischen $\frac{E}{r_2+\varrho}$ und $\frac{E}{r_1+\varrho}$ bei der frittenden Röhre hin- und herschwankt. Für die Entfrittung unter dem Einflusse der Erschütterung kommt der Wert $\frac{E}{r+\varrho}$ hauptsächlich in Betracht.

Für eine gegebene Röhre wird die Empfindlichkeit umso grösser, je geringeren Wert man dem äusseren Widerstande gibt, d. h. je mehr man sich jener Grenze nähert, über welche eine Entfrittung nicht mehr möglich wird.

Desgleichen wird die Empfindlichkeit umso grösser, je mehr sich der Wert von R dem geringsten Wert R_1 nähert, oder um es schärfer auszudrücken, der Fritter wird um so empfindlicher, je mehr sich R von dem Werte R_2 entfernt.

3. *Die Versuche von A. Turpain.*

Diese Versuche beschränkten sich darauf, die Wirknng von hohlen Leitern in bezug auf den Schutz gegen die Durchdringung der Wellen sowie die Konzentration der Wellen an der Innenseite der Leiter zu erforschen. Hierbei wurde ein Erreger in eine Kiste von ungefähr 25 cm Kantenlänge eingeschlossen, welche innen mit Zinnfolie bekleidet war. Der Empfänger bestand aus einem Fritter, einem Relais, einer Glocke und einer Batterie, und wurde gleichfalls in einer ähnlichen Kiste eingeschlossen. Jede dieser Kisten hatte eine kreisförmige Oeffnung von 14 mm Durchmesser, durch welches ein aus einem blanken Drahte, einer Röhre oder einem Bleikabel bestehendes Leiterstück von 10 m Länge eingeführt werden konnte. Sobald die Kisten des Empfängers und Senders vollkommen geschlossen sind, ist keine Wirkung möglich, ebenso wenn die Oeffnungen frei sind und die Einrichtungen durch eine metallische Röhre verbunden werden. Sobald jedoch die Röhre in die Kisten eintritt, ohne dass sie die Zinnverkleidung berührt, oder wenn die Kisten überhaupt abgehoben werden, tritt ein entschiedenes Ansprechen ein. Es scheint in diesem Falle die Röhre die Wellen auf dem Empfänger zu konzentrieren. Die Wirkung wird jedoch eine bessere, wenn an Stelle der Röhre ein metallisch belegtes Kabel verwendet wird, wobei die Kabelseele die beiden Apparate verbindet. Die Wirkungsweise der Metallumkleidung lässt sich hier ebenfalls nur durch eine Konzentrierung der Wellen erklären. Diese Wirkung wird jedoch nicht verschlechtert, wenn ein



kurzes Stück der Umkleidung des Kabels weggenommen wird, vorausgesetzt, dass keine Berührung der Seele mit der Kistenverkleidung besteht. Diese Erscheinung lässt sich nun auch für die drahtlose Telegraphie verwerten und schlägt *Turpain* diesbezüglich vor, sowohl Sender als Empfänger mit dem Luftdraht durch ein metallisch umkleidetes Kabel zu verbinden. Die Untersuchungen, die in dieser Richtung angebahnt wurden, zeigten, dass es keine Störung verursacht, wenn die Kabelumkleidung unmittelbar mit dem Sendedrahte verbunden wird. Beim Empfänger bildet die Verbindung der Kabelumhüllung mit dem Empfangsdrahte einen sehr wirksamen und passenden Schutz gegen die von der eigenen Station entsendeten Wellen. Diese Verbindung muss aber für den Empfang unbedingt unterbrochen werden.

Einige Beobachtungen im praktischen Betriebe.

Kapitän *Jakson* bringt einige wertvolle Beobachtungen über die Uebertragung elektrischer Signale auf der See über dazwischenliegendes Land. Er stellte fest, dass die Wellen unter gewissen Umständen die Fähigkeit haben müssen, durch oder über das zwischenliegende Hindernis, oder, was wahrscheinlicher ist, um dasselbe zu gehen, wobei jedoch deren Energie unter allen Umständen geschwächt wird, und der Grad dieser Schwächung von der Höhe, Weite und Natur des Hindernisses abhängt. In einem Falle konnte über ein aussergewöhnliches, steiles aber schmales Kap, dessen Höhe annähernd 265 m betrug, und welches aus hartem, eisenhaltigen Gestein bestand, mit einem 46 km entfernten Schiffe, welches um dieses Kap kreuzte, nur so lange gesprochen werden, als dieses Schiff nicht hinter dem Kap verschwand. Sobald dies eintrat, war die Signalisierung sofort abgeschnitten, obgleich auf offener See bis über 72 km anstandslos mit demselben verkehrt werden konnte. Das Kap warf tatsächlich einen scharfen Schatten der elektrischen Wellen und die Signale verschwanden in dem Augenblick, wo der Empfänger hinter den Klippen verschwand. Andere Gesteinarten zeigten diese Störung in viel geringerem Masse, und zwar erwies sich reiner Kalkstein schon weniger störend und Sandstein noch viel günstiger. Ueber eine Klippe aus porösem Korallensandstein von annähernd 83 m Höhe und 9,6 km Breite wurde die Entfernung, über welche noch gesprochen werden konnte, von 40 km auf 32 km herabgemindert.

Das Wetter übt gleichfalls einen grossen Einfluss auf die Sicherheit der Nachrichtenvermittlung und die Entfernung für selbige aus. Dies zeigt sich namentlich in den subtropischen Gegenden. Im Mittelmeere behindert der Siroccowind, welcher Feuchtigkeit, Salz und Staub mit sich führt, die Fortpflanzung der elektrischen Wellen in starkem Grade. Blitzschläge erregen immer Signale, welche den telegraphischen Verkehr mit Rücksicht auf die hierdurch möglicherweise hervorgerufenen Verstümmelungen der *Morse*zeichen zu einem unsicheren gestalten. In Bezug auf den Wert der Erdverbindung stellte *Jakson* fest, dass deren Abwesenheit im Empfänger die sonst erreichbare Entfernung um 50 bis 70 v. H. und beim Sender um 85 v. H. verringert. Wird jedoch ein passender Kondensator verwendet, so wirkt derselbe fast ebenso gut wie die Erde. Der Sende- und Empfangsdraht erscheint hingegen unentbehrlich, indem ohne solche trotz sehr guter Erdverbindung nicht über 3,6 km signalisiert werden konnte.

Marconi machte bei seinen Voruntersuchungen zur drahtlosen Telegraphie über sehr grosse Entfernungen die Wahrnehmung, dass in bezug auf die erreichbare Entfernung der Vermittlung, zwischen Tag und Nacht ein bedeutender Unterschied besteht, indem bei Ueberschreitung einer gewissen Entfernung die gegebenen Zeichen am Tage ausblieben, während sie zur Nachtzeit vollkommen deutlich anlangten. Die kritische Entfernung wird hierfür mit 800 km angegeben. Es ist hierbei von Wichtigkeit, hervorzuheben, dass sich die Zeichen vom Uebergange der Nacht zur Dämmerung, bis zum Erscheinen des vollen Tageslichtes fort und fort verschlechterten um endlich gänzlich auszubleiben. Die Schwächung der Zeichen war, so lange dieselben zur Tageszeit überhaupt noch anlangten, in der Zeit von 12—1 Uhr mittags die stärkste, wogegen in der Mitternacht eine derartige Abschwächung nicht beobachtet wurde.

Die Ursache dieses beobachteten Unterschiedes in der Wirkungsweise, wie solche im Vergleiche zwischen Tages- und Nachtzeit festgestellt wurde, schreibt *Marconi* der durch den Einfluss des Tageslichtes hervorgerufenen Entladung des übertragenden elektrischen Leiters durch einfache Ausstrahlung zu. Es dürften die elektrischen Schwingungen in dem übertragenden erhöhten Leiter nicht jene Amplitude erreichen, wie solche in der Dunkelheit auftritt. Die Entladung von negativ geladenen Körpern durch den Einfluss des Lichtes wurde schon früher vielseitig beobachtet. (*Elster & Geitel, Righi* u. a.) Da nun jede zweite Schwingung in dem übertragenden Leiter, denselben notwendigerweise negativ ladet, kann angenommen werden, dass der Einfluss des Lichtes auf den negativen Teil der elektrischen Wellen ausreichend ist, um diese Abnahme der Schwingungsamplitude hervorzurufen.

Zur Untersuchung dieser sicher wichtigen Erscheinung der Verringerung der Uebertragungsentfernung unter dem Einflusse des Tageslichtes, unternahm *Marconi* bei seiner Rückkehr von Amerika Versuche zwischen der Station Poldhu und dem 243 km entfernten North-Haven und fand hierbei, dass die Signale von Poldhu in North-Haven bei Nacht vollkommen deutlich einlangten, wenn die vier vertikalen Sendedrähte 12,1 m hoch waren, während dieselben unter sonst ganz gleichen Bedingungen auf 18,5 m erhöht werden mussten, um die Zeichen unter Tags mit der gleichen Klarheit zu erhalten.

Andere Versuche zum Nachweise des Einflusses des Tageslichtes auf die Funkenstrecke, lieferten ein negatives Ergebnis, indem die Wirkung, wenn die Funkenstrecke vom Tageslichte abgeschlossen wurde, ganz dieselbe blieb, wie wenn sie vom Tageslichte bestrahlt wurde.

Dass *Marconi* bei seinen früheren Versuchen einen Unterschied zwischen der Signalvermittlung bei Tag und Nacht nicht zu beobachten vermochte, schreibt er, trotzdem sich dieselben über ziemlich grosse Entfernungen erstreckten, dem Umstande zu, dass die hierbei verwendeten elektrischen Kräfte im Vergleich mit jenen, welche für die erwähnten Versuche mit der Uebertragung auf sehr grosse Entfernungen zur Anwendung gelangen, verhältnismässig geringe waren. Wahrscheinlich hat das erhöhte Potential, auf welches der Luftdraht in Poldhu bei diesen Versuchen geladen wurde, die Leichtigkeit, mit welcher Verluste durch die Ausstrahlung unter dem Einflusse des Tageslichtes eintreten, beträchtlich vergrössert.

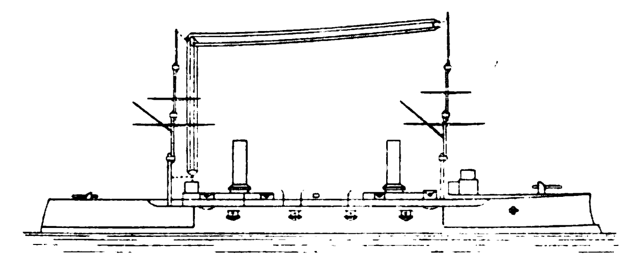


Fig. 75.

Von hervorragendem Interesse sind die Versuche, welche *Marconi* auf dem mit Einrichtungen zur Funkentelegraphie ausgerüsteten italienischen Kreuzer „Carlo Alberto“ im Verkehre mit der Station Poldhu durchführte. Die Fahrt dieses Kreuzers erstreckte sich von Portland bis nach Kronstadt und von da über England zurück bis nach Neapel. Die Einrichtung des Schiffes war eine den neueren Errungenschaften vollkommen entsprechende, und kamen als Empfänger entweder der neue *Marconi*'sche elektromagnetische Wellenempfänger in Verbindung mit einem Telephon, oder ein Fritter in Verbindung mit einem *Morse*schreiber zur Anwendung. Selbstredend waren alle Vorrichtungen zur Herstellung einer genauen Abstimmung gleichfalls vorhanden. Vor Beginn der Versuche wurden die Maste des Schiffes um 10 m erhöht und mit der in Fig. 75 dargestellten Auffangvorrichtung versehen. Die Verbindungen der Drähte waren in der sorgfältigsten Weise isoliert. In der Sendestation gelangten 100 Drähte, die in ähnlicher Weise, wie dies Fig. 76 zeigt, angeordnet und 70 m hoch waren, zur Anwendung. Diese Drähte wurden auf ein Potential geladen, welches ausreichend war, um zwischen einem dieser Drähte und einem

geerdeten Kupferdraht einen 30 cm langen Funken überspringen zu lassen.

Die Versuche wurden begonnen, als das Schiff auf seiner Fahrt nach Kronstadt bereits 500 km von Poldhu entfernt war. Anfänglich wurden die Signale nicht sehr gut erhalten, dieselben verbesserten sich aber bis zur Vollkommenheit, nach dem die genaue Abstimmung vorgenommen war. Während der Fahrt nach Kronstadt konnten die Zeichen mit wenigen Ausnahmen fast stets mit dem elektromagnetischen Wellenempfänger deutlich wargenommen werden. Die Aufnahme der Zeichen mit dem *Morse*schreiber blieb jedoch teilweise mangelhaft. Zu bemerken ist hierbei, dass grosse Strecken Landes in der Luftlinie zwischen Poldhu und dem Schiffe lagen, die trotz der grossen Bodenerhebungen, wie solche namentlich Skandinavien aufweist, den Verkehr nicht behinderten. In Kronstadt, 1700 km von Poldhu. kamen die Zeichen nur mehr kaum vernehmlich an. Es wurde demnach die Auffangvorrichtung des Schiffes in der Weise abgeändert, dass, wie sich dies aus Fig. 76 ergibt, 50 Drähte wohl isoliert gespannt wurden. Hierdurch liess sich eine bessere Abstimmung erzielen, und konnten nunmehr die

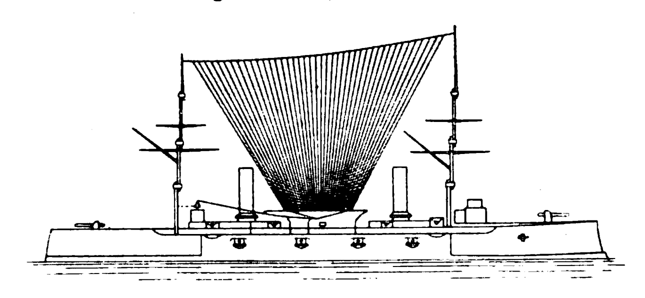


Fig. 76.

Zeichen auf der Rückfahrt stets ohne besonderen Anstand aufgenommen werden. Selbst in dem fast ganz vom Lande umschlossenen Hafen von Kiel, in welchem das Schiff im Innenhafen Aufstellung nahm, wurden alle Nachrichten mit beiden Empfängern anstandslos aufgenommen. Gewitterstörungen machten sich wohl teilweise bemerklich, doch konnte deren Wirkung durch entsprechende Vergrösserung der Kapazität und Induktanz beträchtlich herabgemindert werden. Der Einfluss des Tageslichtes trat auch bei diesen Versuchen, sobald die Entfernung zwischen Sende- und Empfangsstation mehr als 1000 km betrug, störend auf.

Bei der Rückkehr nach Porthmouth wurde die Auffangvorrichtung des Schiffes neu hergestellt, wobei 54 Drähte, die 50 m über der Brücke in die Höhe reichten, eingestellt wurden, da die Versuche auch auf der Rückkehr des Schiffes nach Italien fortgesetzt werden sollten und zu diesem Zwecke mit Rücksicht auf die grosse Entfernung, sowie die grössere Masse zwischenliegenden Landes, bessere Empfangsbedingungen geschaffen werden mussten. Auch bei dieser Fahrt zeigte sich die Aufnahme als eine vollkommen verlässliche. Im Hafen von Cadix wurden alle Nachrichten am Schiffe früher bekannt als am Lande, trotzdem das fast ganz Spanien in der geraden Verbindungslinie lag. Auch im Hafen von Gibraltar und bei der Einfahrt in das Mittelmeer machte sich eine Verschlechterung der Aufnahme nicht wahrnehmbar. Während der Fahrt im Mittelmeer wurden eine Reihe von Depeschen mittels des Morseschreibers aufgenommen. Die grösste erreichte Entfernung betrug 1540 km.

Auch bei diesen Versuchen traten häufige Störungen durch atmosphärische Entladungen auf. Dieselben konnten aber zumeist in der bereits erwähnten Weise unschädlich gemacht werden. Das zwischenliegende Land mit den hohen Erhebungen der Alpen übte bei diesen Versuchen keinerlei hindernden Einfluss aus.

Auf Grund dieser Versuche gelangt *Marconi* zu folgenden Schlussfolgerungen.

1. Für die Entfernung, über welche elektrische Wellen auf der Erde entsendet werden können, gibt es keine Grenze, wenn die Energie der Uebertragung im Verhältnis zu der Entfernung steht.
2. Zwischen zwei Stationen liegendes Land behindert den Verkehr nicht.
3. Sonnenlicht verringert die Entfernung, auf welche elektrische Wellen übertragen werden können, und wird es daher notwendig, bei Tag grössere Energiemengen aufzuwenden als bei Nacht.
4. Der Einfluss von atmosphärischen elektrischen Entladungen macht es notwendig, die Empfindlichkeit der Empfangsapparate zu verringern, um diesen Einfluss unschädlich zu machen. Infolgedessen muss jedoch auch die für die Uebertragung aufgewendete Energie vergrössert werden, um für den Verlust an Empfindlichkeit einen Ersatz zu schaffen.
5. Der elektromagnetische Wellenanzeiger erweist sich infolge seiner grossen Empfindlichkeit und sicheren Wirkung dem Fritter gegenüber als überlegen.

Um noch einen Anhaltspunkt für den bei Fernübertragungen, wie solche über den atlantischen Ozean in Aussicht genommen sind, erforderlichen Energiebedarf zu geben, sei erwähnt, dass in den beiden Stationen Cornwall in Europa und Kap Breton in Amerika, je eine Wechselstrommaschine von annähernd 32 Kilowatt Leistung zur Anwendung gelangt, welche einen Wechselstrom von 2000 Volt Spannung liefern. Dieser Strom wird durch einen Transformator auf 20000 Volt hinauf transformiert. In den verwendeten Kondensatoren soll diese Spannung bis auf 70000 Volt erhöht werden.

Ueber den Wert der drahtlosen Ozeantelegraphie sind die Ansichten noch nicht geklärt, doch fällt das Urteil in der Mehrzahl der Fälle absprechend aus, indem einesteils die Sicherheit einer derartigen Uebertragung infolge der auftretenden atmosphärischen Störungen angezweifelt wird, und auch eine Geheimhaltung der übermittelten Nachrichten, zur Zeit wenigstens, trotz Abstimmung vollständig unmöglich ist. Der berechtigste Einwand ist aber der, dass solche mächtige Stationen den Betrieb aller im Umkreise von mehreren 100 km liegenden Stationen stören, wodurch eben der Hauptvorteil der drahtlosen Telegraphie, die Möglichkeit des gegenseitigen Verkehres der Schiffe mit den Küstenstationen und unter sich, verloren geht.

Fleming behauptet dagegen auf Grund seiner eingehenden Versuche, dass eine derartige Störung nicht stattfindet. Dr. *G. Seibt* findet jedoch andererseits, dass die Verstimmung zwischen Sender und Empfänger bisweilen nicht gross genug ist, wenn der Sender längere Wellen entsendet, als jene, auf welche der Empfänger abgestimmt ist, um ein Ansprechen des letzteren zu verhindern, und glaubt demnach, dass die erwähnten Störungen unvermeidlich sind, weil für die Ueberwindung sehr grosser Entfernungen sehr lange Wellen zur Entsendung gelangen müssen.

Dritter Bericht über den V. Internationalen Kongress für angewandte Chemie.

Farbstoffe und ihre Anwendung. Sektion IVb.

Die Farbstoffe und ihre Anwendung umfassen ein grosses Gebiet: alle Völker, alle Volksklassen, alle Berufsstände verwenden Farben und es gibt wohl keine Art Gebrauchsgegenstände, die nicht durch Färben mehr oder minder verschönt und dem Auge angenehmer gemacht würde. Vom frühesten Altertum ab hat die Zubereitung und Herstellung der Farben eine bedeutende Rolle gespielt, und heute noch ist es die Farbstoffchemie, welche den grössten Reiz auf den alten und jungen Chemiker ausübt. Ihren glänzenden — scheinbaren und wirklichen — Erfolgen ist sicher auch ein grosser Teil der Schuld an der heutigen Ueberproduktion an Chemikern zuzuschreiben.

Es ist selbstverständlich, dass bei den Verhandlungen auf einem so interessanten Gebiet der Chemie vielfach



Themata in Betracht gezogen und in einer so hervorragenden Weise bearbeitet wurden, dass sie es verdienen, auch einem grösseren Kreise, als dem der Spezialfachmänner bekannt gemacht zu werden.

Einen derartigen Gegenstand behandeln die Vorträge von *H. Lange*, *Kufeld* und *J. Hübner*, Manchester „*Ueber Mercerisieren*“ der Baumwolle.[1])

Das Mercerisieren verfolgt den Zweck, der vegetabilischen Faser, ohne ihre sonstigen Eigenschaften und Verwendungsarten zu beeinflussen, einen so hohen Glanz zu verleihen, dass sie den der Seide noch übertrifft. Die mercerisierte Baumwolle ist aber nicht zu verwechseln mit künstlicher Seide: letztere soll ein Ersatz für Seide in jeder Hinsicht sein, während im ersteren Falle die Baumwolle Baumwolle bleiben soll. Um bei dem Mercerisieren Erfolg zu haben, ist zweierlei notwendig, die chemische und die mechanische Behandlung der Faser. Die Ausführung ist folgende: die Baumwolle wird mit ziemlich starker Natronlauge behandelt und dabei dafür gesorgt, dass sie während der Behandlung ihre ursprüngliche Länge beibehält oder mindestens wieder erlangt. Die Natronlauge wirkt dabei auf die Baumwollfaser so ein, dass sie kürzer und dicker wird, wobei sich ihr bekanntes schraubenförmiges Band fast vollständig aufrollt, sie wird lederartig, und gegen polarisiertes Licht doppelbrechend, bleibt aber amorph. Durch Strecken wird sie dann stark glänzend.

Geschieht das Mercerisieren bei gewöhnlicher Temperatur (18° C.), so nimmt man Natronlauge von 28—30° Bé, dann ist es aber der Kostenersparnis wegen notwendig, das erste Waschwasser aufzufangen und zur Bereitung frischer Lauge zu benutzen; beim Arbeiten in der Kälte (2—3° C.) kommt man eigentümlicherweise mit einer viel schwächeren Lauge aus; da genügt schon eine solche von 16—18° Bé.

Nicht jede Baumwolle ist zum Mercerisieren gleich geeignet, die kurzfaserige, ostindische und amerikanische Baumwolle erfordert eine erheblich grössere Streckkraft und liefert schlechtere Ergebnisse, als die langfaserige Macco- und Sea Island-Baumwolle. Beim Strecken dürfen nämlich nicht etwa die einzelnen Fasern nebeneinander gleiten und dadurch die Gespinste länger werden, sondern es muss jede einzelne Faser in sich gepresst und gestreckt werden, um Seidenglanz zu erhalten: je grösser die Dehnung, desto schöner der Glanz, die höchste Wirkung wird erzielt, wenn bis an die Grenze der Bruchfestigkeit gestreckt wird.

Bei Ausführung des Verfahrens wird entweder

1. die lose Baumwolle mittels Natronlauge mercerisiert, ausgepresst oder ausgeschleudert, dann auf Streckmaschinen möglichst weit ausgestreckt und in gespanntem Zustande vollständig ausgewaschen, oder

2. das Gespinnst wird in gespanntem Zustande mit Natronlauge behandelt und unter Aufrechterhaltung oder Vergrösserung der Spannung ausgewaschen.

Bei der Mercerisation in losem Zustande verkürzt sich die Faser häufig bis zur Hälfte der ursprünglichen Länge, es ist dann die erforderliche Streckkraft, um sie wieder auszustrecken, viel grösser, als die Kraft, welche sie gespannt auf der ursprünglichen Länge erhält.

Die mercerisierte Baumwolle hat eine grössere Verwandtschaft zu Farbstoffen, als die nicht mercerisierte, sie färbt leichter und intensiver an. Der erzielte Seidenglanz ist gegen alle Einwirkungen beständig, Färben, Bleichen, Waschen usw. entfernen ihn nicht.

Durch Mercerisieren wird die Faser wohl spröde, aber ihre Zerreissfestigkeit wird grösser.

Im Jahre 1844 beobachtete *Mercer* (daher „mercerisieren“), dass Natronlauge ein Verkürzen der Baumwollfaser verursacht, die Entdeckung und Herstellung des Seidenglanzes durch diese Behandlungsweise ist der Firma *Thomas & Prévost* in Krefeld zuzuschreiben. Wie so oft, hat auch bei dieser Erfindung der Zufall eine grosse Rolle gespielt, und wie es bei wichtigen Erfindungen fast regelmässig geschieht (es braucht nur an Sulfitcellulose, *Auer*licht, *Nernst*lampe, *Braun*sche drahtlose Telegraphie u. A. erinnert werden), die erteilten Patente wurden heftig angefochten und auch schliesslich zu Falle gebracht, sodass dem Erfinder kaum der gehoffte Lohn wurde.

[1]) s. D. p. J. 1900, **315**, 748.

Nämlich im Jahre 1894 boten *C. Garnier & Fransisque Voland* in Lyon der Firma *Thomas & Prévost* die Ausübung ihres deutschen Reichspatentes No. 30 966 zur Herstellung der „Tissus bosselés“ an. Das waren seidene Gewebe, die mit Baumwollfäden durchzogen waren; behandelte man sie mit Natronlauge, so verkürzte sich die Baumwolle und das Gewebe bekam ein krauses Aeussere. Die Forderung der französischen Firma für Licenzerteilung war eine unannehmbar hohe, weshalb *Thomas & Prévost* davon zurückstanden. Sie hatten aber bei ihren Versuchen damit beobachtet, dass die mercerisierte Baumwolle sich leichter färbe, und sie suchten dies in der Halbseidenstückfärberei zu verwerten, um neue Farbwirkungen zu erzielen. Beim Behandeln der Halbseide mit starker Natronlauge wurden die Stücke zu schmal und die Baumwolle zu dick, als ob eine gröbere Nummer verwendet worden wäre, deshalb spannten sie die Stücke vor der Behandlung fest auf einen Rahmen und machten sie auf diesem fertig. Das Gewebe war nicht mehr geschrumpft, glatter geblieben, zeigte weniger Rippen und auf der Rückseite einen merkwürdigen, bisher nicht beobachteten Glanz.

In der Folge versuchten nun *Thomas & Prévost* Baumwollengarn (Macco) zu mercerisieren und fanden, dass auch ohne Spannung mit Natronlauge behandelte Baumwolle auf die ursprüngliche Länge wieder gestreckt werden könne, nur musste das vor dem Entfernen der Lauge geschehen. Die Firma suchte und erhielt mehrere Patente, dieselbe wurden aber schliesslich und endgiltig durch das Reichsgericht am 12. Februar 1902 für nichtig erklärt.

R. Lepetit, Garessio erläuterte „*Das Zerstäubungsverfahren von J. Cadgène für die Seidenstückfärberei*“ und zeigte durch Vorlage einer grossen Anzahl Muster, wie mannigfache und wie prachtvolle Farbenwirkungen auf originelle und höchst einfache Weise erzielt werden können.

Das zu färbende Gewebe geht mit einem Mitläufer von oben nach unten, wird dabei in gewünschter Weise gefärbt, läuft über Trockenvorrichtungen, wie Gasbrenner und Heizzylinder und fällt in Falten ab. Die Färbung geschieht in der Weise, dass aus einer Anzahl Zerstäuber (Düsen) dünne Farblösungen auf den Stoff, während er in Bewegung ist, in feine Dampfwolken aufgeblasen werden. Dieser gefärbte Dampfstrahl verdichtet sich auf dem Gewebe, gibt dabei einen in der Mitte dunklen Streifen mit einem zarten „Ombré“-effekt an den Rändern. Am einfachsten stellt sich das Verfahren, wenn der Stoff geradlinig fortläuft, die Düsen feststehen und sämtlich durch die gleiche Farblösung gespeist werden: es entstehen dann geradlinige Wolken derselben Färbung. Verleiht man dem Stoffe noch eine hin- und hergehende Seitenbewegung, so erhält man Zickzacklinien; ferner kann man die Düsen in Gruppen oder einzeln mit verschiedenen Farbstoffen speisen, man kann die Anzahl der Düsen beliebig vermehren, man kann einzelnen oder Gruppen oder sämtlichen Zerstäubern Bewegung, und zwar gleiche und verschiedene verleihen, jedesmal erhält man eine andere Wirkung. Auch in die Bewegung des Stoffes kann man Abwechslung bringen, indem man ihn langsam oder schneller laufen lässt. Schliesslich können auch die Ausflussrichtungen der Zerstäuber noch gewechselt werden. Man sieht, die Anzahl der Kombinationen ist unendlich. Dann kann man auch ein schon einmal behandeltes Stück ein zweites Mal in gleicher oder umgekehrter Richtung durch den Apparat laufen lassen und dabei auch wieder alle möglichen Bewegungskombinationen wiederholen. Die Dampfstrahlen können auch periodisch verstärkt und geschwächt, die Stoffbewegung periodisch verlangsamt und vermehrt werden.

Will man z. B. irisierende Wirkung (Regenbogenfarben) erzielen, so gibt man den Zerstäubern kurbelartige Bewegungen und lässt den Stoff verhältnismässig langsam laufen.

Das Verfahren eignet sich besonders für Seidenstoffe, denn auf diesen erzielt man die wunderbarsten und glänzendsten Farbenspiele, ausserdem lässt sich Seide leicht netzen und trocknen. Dünne Seidenstoffe, z. B. Pongée, lässt man schneller laufen, als schwere, wie Atlas und Halbseide, wo ein Stück von 60 m Länge 4—5 Minuten braucht.

Die Farbstoffe, deren Verbrauch nur gering ist, werden gewöhnlich in wässriger Lösung verwendet, ausser bei „Faille“- und „Surah“-Geweben, die ihre charakteristischen

Eigenschaften behalten sollen: hier nimmt man Alkohol als Lösungsmittel.

„*Ueber das Dufton-Gardner-Licht*“ sprach *Jos. Rudolf*, Gera-Reuss. Eine der anstrengendsten und wichtigsten Arbeiten des Färbers besteht im sogenannten „Mustern“. Es wird von ihm verlangt, dass seine Ausfärbungen vollständig mit den ihm gegebenen Proben übereinstimmen und zwar nicht nur bei Tageslicht, sondern auch bei künstlicher Beleuchtung. Nun sind die dem Färber übergebenen Farbmuster oft winzig klein, kaum 1 qcm gross, einige lose Fäden und dergl., häufig auch aus ganz anderem Material, als der zu färbende Stoff.

Es ist allgemein bekannt, dass das Aussehen der Farben von der Art der Belichtung abhängig ist. In früherer Zeit, als die natürlichen Farben noch das Gebiet beherrschten, und nur wenige Farbstoffe — für Blau z. B. nur Indigo in Betracht kam — war es für den Färber verhältnismässig leicht, die richtige Färbung zu treffen, denn der gleiche Farbstoff ändert mit der Beleuchtung in gleicher Weise das Aussehen der Färbung.

Diese gewissermassen idealen Zustände änderten sich aber mit Einführung der Anilinfarben. Es kommt vor, dass zwei Blaus am Tage vollständig gleich scheinen, bei Gaslicht dagegen das eine rot, das andere grün. Ganz besonders schwierig für das Mustern zeigten sich aber die Anilinvioletts, da sie das Spektrum einsaugen, auch das Orange II bereitete die gleichen Schwierigkeiten.

Das Bedürfnis nach einem künstlichen Licht, ähnlich dem Tageslicht lag also schon längst vor. Das elektrische Bogenlicht sollte diesem Zwecke dienen, es zeigte sich aber bald, dass die bei ihm gemachten Ausmusterungen häufig falsch waren. Dann wurde auch das Magnesiumlicht benutzt, doch auch dieses kommt dem Tageslicht nicht gleich; es ist ausserdem den Augen schädlich. Auch andere Belichtungsverfahren wurden empfohlen und wieder verworfen. Rot und gelb lassen sich allenfalls bei Bogenlicht mustern, schlecht aber grau, braun, olive, mode usw., blau fast gar nicht. Durch spektroskopische Prüfung verschiedener Farbennuancen kann man diese Tatsache am besten erkennen. Typisches Rot ist nur für rotes Licht durchscheinend: es absorbiert den ganzen übrigen Teil des Spektrums. Gelb dagegen ist durchlässig für zwei Drittel des Spektrums, sämtliche Blaus lassen natürlich blaues, violettes und grünes und mehr oder minder auch rotes Licht durch, leider auch orange und gelb: am besten ist da noch das Patentblau von *Höchst*.

Gerade das Durchlassen von rotem Licht bei allen künstlichen Farbstoffen bedingt die Schwierigkeit des Musterns. Nur wenige Farben sind auf einen Teil des Spektrums beschränkt, diese, wie rot, orange, gelb verursachen die wenigsten Schwierigkeiten; ein vollkommenes Grün existiert noch nicht, man erhält es annähernd durch Mischen eines guten Gelb mit Säuregrün oder Patentblau. Die Mehrzahl der blauen Farben zeigen bei Gaslicht einen roten Stich, Patentblau mehr grün, Indigo behält seinen Charakter.

Auch das Tageslicht zeigt beim Mustern seine Schattenseiten, denn es ist nicht gleichmässig und abhängig von der Beschaffenheit der Atmosphäre und vom Stande der Sonne. Direktes Licht ist ganz zu verwerfen, geeignet nur das Licht von der Nordseite, dieses hat einen grösseren Gehalt an violetten, blauen und grünen Strahlen, als das direkte Sonnenlicht, das Licht vom klaren Norden ist unverkennbar blau, aber es bleibt nicht unbeeinflusst durch die Nähe und Beschaffenheit von Bauwerken.

Das klare Licht vom Norden steht aber dem Färber verhältnismässig kurze Zeit zur Verfügung. Um sich also davon ganz unabhängig zu machen, und zu *jeder Zeit* mustern zu können, suchten *Dufton-Gardner* nach einem gleichmässigen künstlichen Licht, das an Güte dem besten Tageslicht nicht nachstehen sollte: sie gingen dabei vom Bogenlicht aus. Dasselbe besteht nun aus zwei Teilen; es wird gebildet aus:

1. dem purpurnen Licht des Bogens, mit zwei kräftigen violetten Bändern.
2. dem Licht des Kraters. Dieses kommt dem direkten Sonnenlicht sehr nahe; es ist zu reich an rot; je länger der Bogen ist, desto mehr violettes Licht ist vorhanden, deshalb sind geschlossene Lampen günstiger, als offene.

Die Versuche von *Dufton-Gardner* blieben sehr lange erfolglos. Erst als sie erkannt hatten, dass verdünnte Lösungen von Kupfersalzen, welche rot kräftig absorbieren, blau und violett durchlassen, ein vorzügliches Lichtfilter bilden, erreichten sie ihr Ziel: Sie stellten nun eine durch Kupfersalze blau gefärbte Glasglocke her, in der sie den Bogen einschlossen. Er brennt also in einer Stickstoffatmosphäre und sein Licht wird filtriert, ehe es auf das zu musternde Präparat fällt.

Kleinere Lampen, z. B. für Laboratoriumszwecke lassen sich nicht herstellen, denn der Bogen muss eine bestimmte Länge haben, es liegt aber auch kein grosses Bedürfnis vor, da Anschaffungs- und Betriebskosten nicht wesentlich niedriger ausfallen würden, wie bei einer grossen Lampe.

Durch zahlreiche Versuche und praktische Anwendung ist festgestellt, dass dieses Licht mit gutem Tageslicht vollkommen übereinstimmt, aber beständiger. als dieses ist. Der Färber ist damit von Jahreszeit, Witterung und Tageszeit unabhängig geworden. *Dr. Fritz Krüger.*

Kleinere Mitteilungen.

Neues Verfahren zur Prüfung von Eisenbahnschienen.

In der „Revue Industrielle“ vom 24. Januar d. J. berichtet *M. Ch. Frémont* über ein neues Verfahren zur Prüfung von Eisenbahnschienen, welches sich besonders zur Abnahme von Schienenlieferungen eignen soll.

Nach Ansicht *Frémonts* sind die in Frankreich gebräuchlichen Versuchsverfahren:

1. der Zugversuch, zur Bestimmung der Bruchfestigkeit und Dehnung des Materials,
2. der Biegeversuch unter stetig fortschreitender Belastung zur Ermittlung der Elastizitätsgrenze,
3. der Schlagbiegeversuch, zum Zwecke der Feststellung, in welchem Masse das Material elastisch ist,

zwar alle drei zur Beurteilung des Materials von erheblicher Bedeutung, lassen jedoch in vielen Fällen gerade diejenigen Eigenschaften des Materials nicht zu Tage treten, die oft plötzliche Brüche im Betriebe herbeiführen. Solche Schienen, die im Betriebe plötzlich zum Bruch kamen, können sehr wohl bei allen drei Versuchsarten normalen Abnahmebedingungen genügt haben, wohingegen das Gefüge auf den Bruchflächen der Schienen ohne weiteres erkennen lässt, dass die Gründe für den plötzlichen Bruch in der Ungleichmässigkeit des Materials, im Vorhandensein unganzer Stellen oder harter Einlagerungen zu suchen sind. Häufig pflegt bei solchen Schienen das Material der äusseren Zonen des Profils, die in der Hauptsache die Belastung aufnehmen, ganz normale Eigenschaften zu haben. Die ungesunden Stellen im Innern der Schiene werden jedoch durch die Dauerbeanspruchung im Betriebe Veranlassung zu Anbrüchen, die sich von innen nach aussen fortpflanzen und schliesslich unerwartet zum Bruch der Schiene führen, geben.

Um auch durch den Versuch sichere Anhaltspunkte für die Verwendbarkeit des abzunehmenden Schienenmaterials zu gewinnen, soweit dies überhaupt im Rahmen einer Abnahmeprüfung möglich ist, schlägt *Frémont* Schlagbiegeversuche mit eingekerbten Schienen vor. Er verwendet hierzu Schienenabschnitte von $^1/_2$ m Länge, deren Fuss in halber Länge des Stückes mit einer Rundkerbe versehen ist, die bis in die Mitte des Fussquerschnittes hineinreicht. Die Schiene wird an beiden Enden auf halbzylindrige, gehärtete Stahlunterlagen von 14 mm Durchmesser, die 40 cm von einander entfernt liegen, mit der eingekerbten Seite nach unten aufgelegt. Das Bärgewicht wird so schwer gewählt, dass Schienen selbst aus bestem Material bei 5 m Fallhöhe zum Bruch gebracht werden. Nach dem Bruch werden die Bruchflächen aneinander gelegt, und als Gütemasstab dient entweder die Dehnung des Materials auf der eingekerbten Seite oder der Biegewinkel oder die Durchbiegung beim Bruch.

Für Schienen aus sonst ganz normalem Material fand *Frémont* bei diesem Verfahren teilweise Durchbiegungen von 6—20 mm, während andere gar keine Durchbiegung zeigten.

Zur praktischen Schienenabnahme wäre nach Ansicht *Frémonts* bei Anwendung dieses Verfahrens nur die Festsetzung der niedrigsten zulässigen Durchbiegung beim Bruch als Abnahmebedingung erforderlich. *Mlr.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 29. **Berlin, 18. Juli 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Ueber Schaufelung von Francis-Turbinen.

Von Dipl.-Ing. **Julius Adam** in Erfurt.

Die bedeutende Ausbildung des Baues von *Francis*turbinen lässt es gerechtfertigt erscheinen, über eine Möglichkeit der Laufradschaufelkonstruktion zu berichten, wie dieselbe unter gewissen Annahmen über den Verlauf des Wassers eben diesem Verlauf entsprechend ohne zu viel Zeitaufwand mathematisch exakt derart durchgeführt werden kann, dass die Austrittskante im Aufriss beliebig angenommen wird, ohne im Grundriss die für die Ausführung unbrauchbare Form anzunehmen, auf welche in dem Aufsatz des Ingenieurs Herrn *Wagenbach* in No. 2, Jahrgang 1902, der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, unter Berücksichtigung des geometrischen Zusammenhangs zwischen Aufriss und Grundriss, bereits hingewiesen ist.

Die eine Annahme ist die, dass sich die senkrechte Durchflusskomponente im Laufrad in bestimmten, sogenannten Niveauflächen zwischen dem Laufradeintritt und dem Saugrohrquerschnitt als konstant einstellt, wie sie durch die Abhandlung über *Francis*turbinenschaufelung von *Baarhus* in No. 45, Jahrgang 1901, der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure bekannt geworden ist.

Dieser Annahme stimme ich bei, jedoch nur unter der weiteren Annahme, dass sich diese Niveauflächen einstellen würden, wenn die Schaufelstärke im Laufrad gleich 0 wäre, und dass durch den Einfluss der Schaufelstärke sich die Wassergeschwindigkeiten in der Weise ändern, dass an den Stellen, wo der Einfluss der Schaufelstärke grösser ist, wo also der freie Querschnitt mehr eingeengt wird, die Wassergeschwindigkeit sich entsprechend diesem Einfluss mehr erhöht, als an den Stellen, wo der Einfluss der Schaufelstärke stärker ist.

Ich denke mir nun die Vorarbeiten zur Schaufelkonstruktion in der in genanntem Aufsatz dargestellten Weise soweit durchgeführt, dass der Laufradquerschnitt und die Austrittskante im Aufriss angenommen sind, und dass für diejenigen Punkte der Austrittskante, für welche ich die Austrittsevolventen konstruieren will, die Niveauflächen und die senkrechten Geschwindigkeitskomponenten für diejenige Wassermenge bestimmt sind, bei welcher mit Rücksicht auf die gegebenen Wasserverhältnisse eben die senkrechte absolute Austrittsgeschwindigkeit erwünscht erscheinen muss.

Selbstverständlich wird man bei kleineren Laufrädern, um Arbeit zu sparen, die Austrittskante direkt in eine solche Niveaufläche legen; es gibt das bei geeigneter Durchführung der Schaufelkonstruktion sehr schöne, allmählich verlaufende Schaufelflächen.

Im Grundriss soll die Austrittskante, als welche man wohl am besten die Verbindungslinie der Mitten der Austrittsweiten wählt, eine radiale Gerade werden. Bei denjenigen Schaufeln, bei denen die Austrittskante im Aufriss in eine Niveaufläche gelegt ist, schneiden dann die Kegel, auf denen die Wasserlinien und damit die Austrittsevolventen verlaufen, die Schaufelfläche senkrecht; bei der Bestimmung der absoluten Austrittsgeschwindigkeit kommt also als Querschnittsverengung die direkte Schaufelstärke in Betracht.

Wenn nun w_3 die senkrechte Austrittsgeschwindigkeit im freien Querschnitt, w_2 diejenige innerhalb der Schaufeln ist, welche ja für die Bestimmung des Austrittswinkels und damit der Austrittsevolvente massgebend ist, wenn ferner a_2 die Austrittsweite und s_2 die Schaufelstärke bedeutet, dann muss sein

$$w_2 = w_3 \cdot \frac{a_2 + s_2}{a_2}$$

ferner ist

$$\frac{w_2}{\sqrt{v_2^2 + w_2^2}} = \frac{a_2 + s_2}{t_2}$$

wenn v_2 die Umfangsgeschwindigkeit und t_2 die Teilung am Austritt bedeutet (Fig. 1)

In diesen beiden Gleichungen ist nun bis auf w_2 und a_2 alles bekannt, sie können also gelöst werden. Doch gibt ihre Lösung eine gemischt quadratische Gleichung, es ist daher die geometrische Lösung, die sich sehr einfach gestaltet, vorzuziehen (Fig. 2).

In dieser Figur ist direkt

$$w_2 : w_3 = (a_2 + s_2) : a_2$$

oder

$$w_2 = w_3 \cdot \frac{a_2 + s_2}{a_2}$$

Für die Schaufeln, deren Austrittskante in eine Niveaufläche fällt, ist damit alles bekannt (die Figur kann mit den bekannten Grössen v_2, w_3, s_2 und t_2 gezeichnet werden); es muss nur für jeden Punkt der Austrittsfläche, für welchen die Austrittsevolvente konstruiert werden soll, obige einfache Konstruktion wiederholt werden.

Anders wird die Sache, wenn aus konstruktiven Gründen, z. B. zur Vermeidung zu grosser Schaufeln, die Austrittskante im Aufriss beliebig angenommen wird, sodass sie die Niveauflächen schneidet, wie dies in Fig. 3 angenommen ist.

Auch hier soll die Austrittskante im Grundriss als radiale Linie angenommen werden, da dies zweifellos die einfachste Durchführung der Konstruktion ergibt; hier schneiden nun die Kegelflächen der Austrittsevolventen die Schaufelfläche nicht mehr senkrecht, sondern unter einem noch unbekannten Winkel, man hat es also mit einer Verengung des freien Querschnittes zu tun, deren relative und absolute Grösse noch unbekannt ist; die für die Verengung in Betracht kommende Schaufelstärke möge s_2 heissen, während die wirkliche Schaufelstärke, die Blechstärke, mit s'_2 bezeichnet werden möge.

Zur Bestimmung von s_2 ist folgende Ueberlegung zu machen. Die wirkliche Schaufelstärke s'_2 tritt auf als Schnitt derjenigen Kegelfläche mit der Schaufel, deren Mantellinie $A' - A'$ (Fig. 4) im Aufriss senkrecht steht zu der Austrittskante $B - B$, da die Kegelfläche $A' - A'$ die Schaufelfläche senkrecht durchschneidet unter der oben gemachten Voraussetzung, dass die Austrittskante im Grundriss als radiale Linie gewählt ist. Wenn wir daher die in der Kegel-

fläche $A' - A'$ fallende Komponente w'_3 der durch die Grösse der Niveaufläche bestimmten Durchflussgeschwindigkeit w_3 bestimmen und für diese das Austrittsdiagramm in der oben durchgeführten Weise aufzeichnen (v_2, w'_3, s'_2 und t_2 und

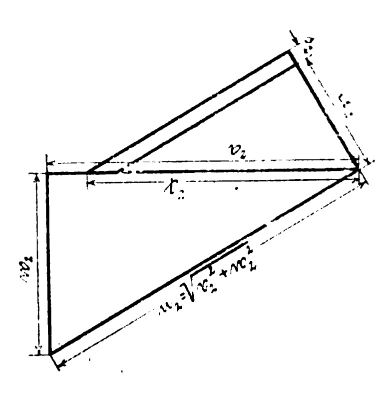


Fig. 1. Fig. 2.

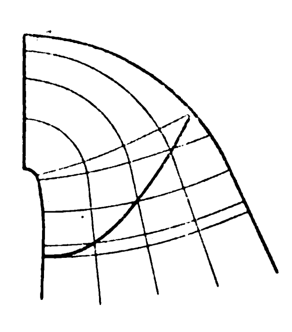


Fig. 3.

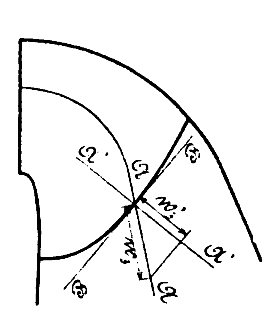


Fig. 4.

damit w'_2 sind bekannt), so können wir wieder rückwärts die absolute Austrittsgeschwindigkeit aus den Schaufeln in der Richtung der Wasserlinien, sowie die Schaufelstärke s_2 auf den Kegeln bestimmen, deren Mantellinie mit der Richtung der Wasserlinie im Aufriss zusammenfällt.

Die ganze Durchführung dieser Aufgabe ist am besten graphisch zu machen, und ist an Hand der Rechnung demnach der Beweis der Richtigkeit zu erbringen. Dabei mögen die mit ' bezeichneten Buchstaben für diejenigen Grössen und Diagramme Geltung haben, welche auf der Kegelfläche $A' - A'$ liegen. Es muss zunächst die Konstruktion des Austrittsdiagramms für diese Kegelfläche durchgeführt werden,

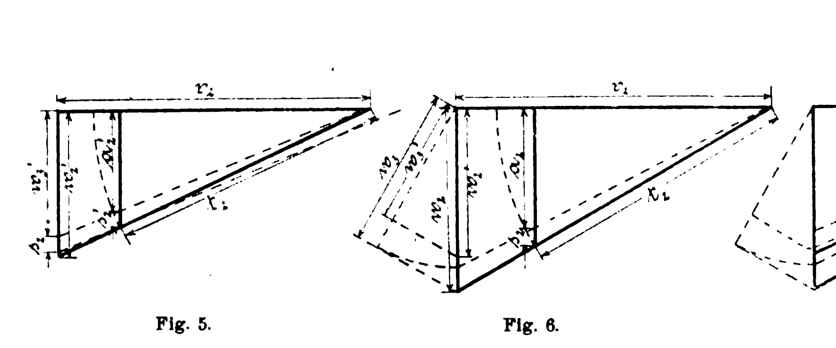


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

dieselbe ist aus Fig. 5 ersichtlich und ganz analog der Konstruktion in Fig. 2. Hierauf werden mit Hilfe der in Fig. 5 gefundenen Grösse w'_2 (absolute Austrittsgeschwindigkeitskomponente innerhalb der Schaufeln in der Richtung ($A - A$)) die gesuchten Grössen w_2, a_2 und s_2 geometrisch konstruiert, wie dies Fig. 6 zeigt.

Bezeichnen wir nun die relative Austrittsgeschwindigkeit innerhalb der Schaufeln mit u_2 bezw. auf Kegel $A' - A'$ mit u'_2, so muss sein

$$\frac{w_3}{w'_3} = \frac{a_2 \cdot u_2}{a'_2 \cdot u'_2}$$

Nach Fig. 5 ist

$$\frac{w'_2}{w'_3} = \frac{a'_2 + s'_2}{a'_2}$$

Nach Fig. 6 ist

$$\frac{w_2}{w_3} = \frac{a_2 + s_2}{a_2} = \frac{w'_2}{w'_3}$$

also

$$\frac{a_2 + s_2}{a_2} = \frac{a'_2 + s'_2}{a'_2}$$

oder

$$a_2 + s_2 = \frac{a'_2 + s'_2}{a'_2} \cdot a_2$$

Ferner ist

$$\frac{w_2}{u_2} = \frac{a_2 + s_2}{t_2} \quad \text{und} \quad \frac{w'_2}{u'_2} = \frac{a'_2 + s'_3}{t_2}$$

$$\frac{a_2 + s_2}{t_2} = \frac{a'_2 + s'_2}{t_2} \cdot \frac{a_2}{a'_2} = \frac{w'_2}{u'_2} \cdot \frac{a_2}{a'_2} = \frac{w_2}{u_2}$$

oder

$$\frac{w_2}{w'_2} = \frac{a_2 \cdot u_2}{a'_2 \cdot u'_2} = \frac{w_3}{w'_3}$$

Fig. 5 und 6 können natürlich, wie Fig. 7 zeigt, in eine Figur vereinigt werden, ausserdem sind in Fig. 7 in den —·—·—·— punktierten Linien die Austrittsdreiecke mit den Schaufelstärken noch einmal ersichtlich.

Es würde auch genügen, wenn man nur die Diagramme für die Kegelfläche $A' - A'$ bestimmen würde und für die in dieselbe fallende Austrittskomponente die Austrittsevolvente konstruieren würde, doch ist es jedenfalls instruktiver, wenn man die Konstruktion für die Kegelfläche $A - A$, in welche die Wasserlinien fallen, durchführt, auch ist die Mehrarbeit, wenn man die Sache einmal durchgeführt hat, sehr gering.

Die auf diese Weise von mir durchgeführten Schaufelklötze ergeben einen sehr schönen regelmässigen Verlauf.

Ueber Zentral- und Oberflächenkondensatoren.

Von **Georg W. Koehler**, Regierungsbaumeister in Ludwigshafen a./Rh.

Kondensatormaschinen nutzen die Wärme des Dampfes wesentlich besser aus, als Auspuffmaschinen. So beträgt beispielsweise der Dampfverbrauch einer Maschine von ungefähr 250 PS Nutzleistung etwa 8 kg, wenn dieselbe mit Kondensator arbeitet. Dieser Wert steigt aber auf fast 10 kg beim Uebergang zum Auspuffbetrieb. Die theoretischen und praktischen Gründe für diese Tatsache sind zu bekannt, als dass sie an dieser Stelle besonders erklärt werden

müssten; nur zwei Punkte sollen hier kurze Erwähnung finden.

Den Masstab für die Leistung einer Dampfmaschine bildet der Flächeninhalt ihres Dampfdiagramms, d. i. derjenigen geschlossenen Kurve, welche die Spannungen im Zylinder als Funktion der Kolbenwege wiedergibt. Zur Erzielung einer Fläche bestimmter Grösse ist bei Kondensatormaschinen ein geringerer Füllungsgrad erforderlich als bei Auspuffmaschinen; dies allein bildet die Ursache wesentlicher Dampfersparnisse. Hinzu kommt noch, dass man in vielen Fällen das warme Abwasser des Kondensators, welches die Verdampfungs- und einen Teil der Flüssigkeitswärme des Dampfes enthält, zur Kesselspeisung verwenden und daher erhebliche Kohlenersparnisse erreichen kann.

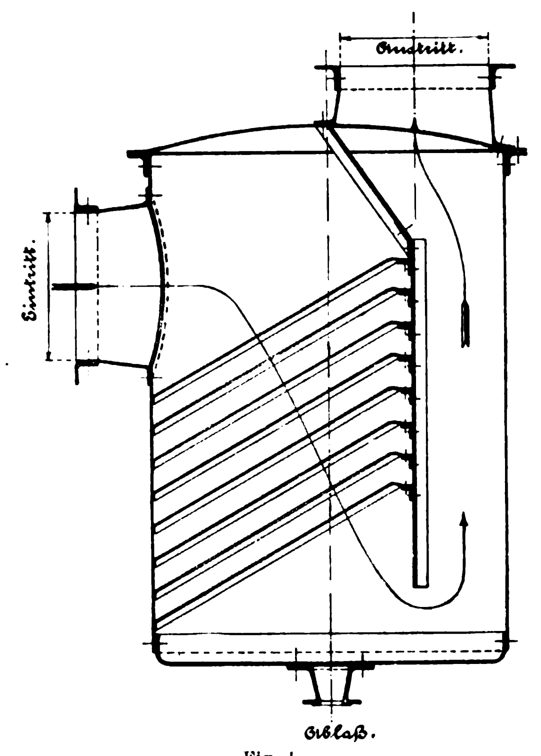


Fig. 1.
Oelabscheider der Maschinen- und Armaturfabrik vorm. Klein. Schanzlin u. Becker.

Ganz allgemein geschieht die Niederschlagung des Dampfes durch Kühlwasser. Je nachdem man dieses im Kondensator mit dem Abdampfe unmittelbar in Berührung bringt oder von diesem durch möglichst dünne Zwischenwände trennt, unterscheidet man *Einspritzkondensatoren* und *Oberflächenkondensatoren* (*Ericsson* 1829). Welche dieser beiden Bauarten die meisten Vorzüge in sich schliesst, lässt sich ohne genaue Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Wasserverhältnisse nicht entscheiden. Die nachfolgenden Ausführungen werden zur Beurteilung dieser Frage einige Anhaltspunkte liefern.

Diejenigen Fälle, in denen für den Kondensatorbetrieb Wasser von genügender *Menge* und *Reinheit* vorrätig ist, sind leider nicht allzu häufig. Flüsse oder Seen, aus welchen man weiches Wasser pumpen könnte, befinden sich oft erst in solchen Entfernungen von der Verwendungsstelle, dass man aus wirtschaftlichen Gründen auf diese Wasserentnahme verzichten muss. Die Gruben- und Brunnenwässer jedoch besitzen namentlich in Industriegegenden oft Verunreinigungen, welche sie zur Kesselspeisung untauglich machen. Wenn das verfügbare Wasser sich als *säurehaltig* erweist, so darf man es erst nach gründlichster chemischer Reinigung zur Speisung des Kessels benutzen; anderenfalls werden dessen Bleche durch die Bildung von meist schwefelsauren Salzen stark angegriffen, es entstehen in Höhe des Wasserspiegels hässliche Anfressungen, welche die Gefahr einer Explosion naherücken. Bei *salzehaltigem* Speisewasser sättigt sich allmählich der Inhalt des Kessels so stark mit Alkalien, dass diese in immer dickeren Schichten an den heissesten Stellen ausgeschieden werden, dort den Wasserumlauf behindern und derart bedenkliche Ueberhitzungen der Feuerbleche verursachen. Wünscht man also dennoch, beim Vorhandensein von Säuren und Salzen im Wasser, durch Speisung des Kessels mit Kondensatorwarmwasser Ersparnisse zu erzielen, dann bleibt nur die Möglichkeit eines Oberflächenkondensators bestehen, welcher den stetigen Kreislauf einer verhältnismässig geringen, oft teuer bezahlten Wassermenge gestattet; im Interesse der Schonung des Kessels ist unter solchen Umständen die Anwendung eines Einspritzkondensators ausgeschlossen, trotzdem dieser meist in der Herstellung billiger, in der Bedienung bequemer, in der Wirkung gründlicher ist und etwa nur halb so viel Kühlwasser als jener bedarf b25—30 kg gegenüer 40—50 (kg).

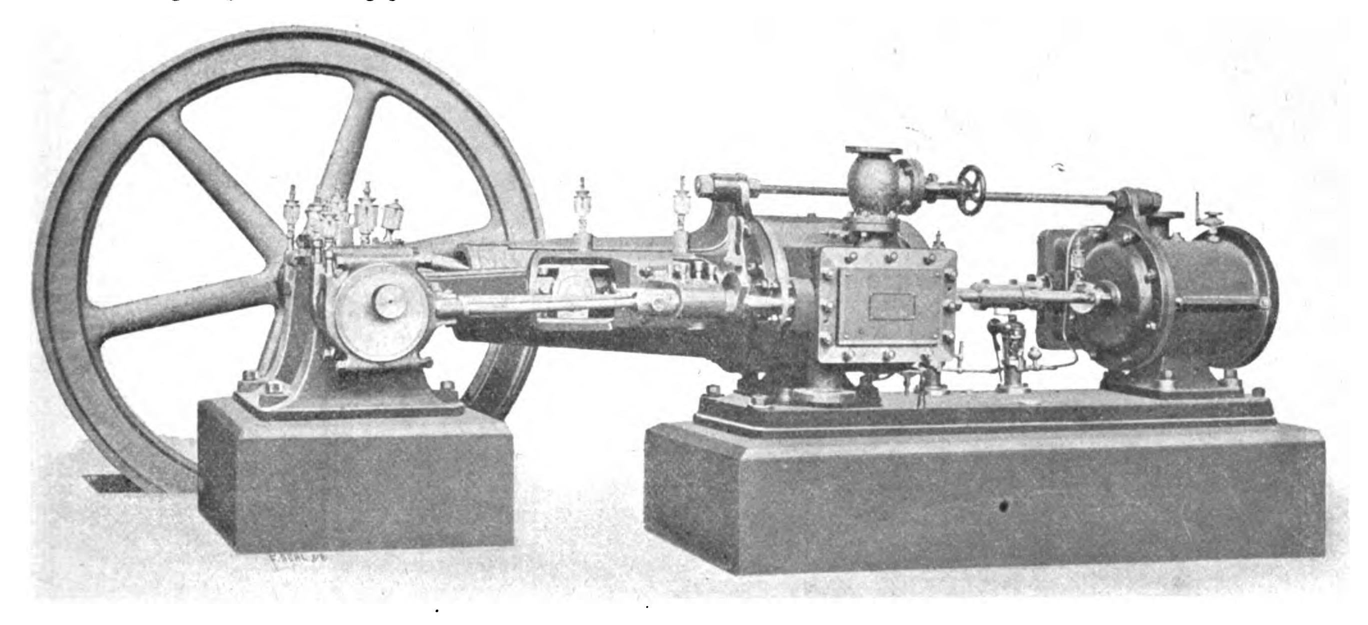


Fig. 2.
Luftpumpe Bauart Weiss.

Gleich hier möge hervorgehoben werden, dass bei Kondensatoren aller Art das tiefste, technisch mögliche Vakuum keineswegs auch das wirtschaftlich günstigste ist: vielmehr gelangt man gerade aus einer sorgfältigen Berücksichtigung der Temperatur und Menge des Kühlwassers und seiner Beschaffungskosten zu der Ansicht, dass durchschnittlich eine Luftleere von 80—90 v. H. die besten Ergebnisse liefert.

Bei schlechten Wasserverhältnissen ist also die Anschaffung

eines Oberflächenkondensators allein deshalb empfehlenswert, weil dieser in seinem Kondensat ein vorzüglich steinfreies Kesselspeisewasser liefert, dem nur geringe Mengen Frischwasser zugesetzt zu werden brauchen. Letztere aber können zuvor leicht in irgend einem Wasserreinigungsapparat von schädlichen Beimengungen befreit werden.

Der Wasserdampf, welcher beim Verlassen des Kessels frei von jeder Verunreinigung war, nimmt auf seinem Wege durch die Dampfzylinder viel Oel in die Auspuff- oder Vakuumleitung mit; dieses beschmutzt entweder die der Austrittsstelle benachbarten Gebäude und Dächer oder das Innere des Kondensators. In letzterem Falle wird das Niederschlagwasser durch die Oelbeimengung zur Kesselspeisung unbrauchbar, weil es einen zähen Schlammüberzug an der Heizfläche hervorruft, welcher den Wirkungsgrad der Anlage schwer beeinträchtigen würde. Deshalb soll man in die Abdampfleitungen stets *Oelabscheider* einbauen, welche die geschilderten Misstände beseitigen. Ihre Wirkung beruht meist darauf, dass der Dampf durch Scheidewände, Einbausiebe u. dergl. zu plötzlichen Richtungsänderungen gezwungen wird, überdies in dem grossen Raume des Abscheiders seine Geschwindigkeit verlangsamt, wobei die mitgerissenen Oelteilchen (und etwaiges Wasser) Zeit gewinnen, vermöge ihrer eigenen Schwere niederzusinken. Fig. 1 zeigt den Querschnitt eines von der *Maschinen- und Armaturfabrik vorm. Klein, Schanzlin u. Becker* in Frankenthal-Pfalz ausgeführten, sehr wirksamen Oelabscheiders für Dampfleitungen jeder Art.

Fig. 3.
Schieber zur Luftpumpe von Weiss.

$$U = \frac{\mu D}{1000}$$

berechnen kann. (Darin bezeichnet U die während einer Minute angesaugte Luftmenge in cbm; D die dem Kondensator in einer Minute zugeführte Dampfmenge in kg; $\mu = 1{,}80 + 0{,}01\ Z$ ist eine Vorzahl, welche von der Gesamtlänge Z in m der Dampfleitung abhängt.) Diese Luft muss nun als der schlimmste Feind eines wirksamen Vakuums gründlich entfernt werden.

Hierzu dienen Luftpumpen verschiedenster Konstruktion. Während man in den meisten Gewerbezweigen, welche mit einer Absaugung grösserer oder geringerer Luftmengen arbeiten, Pumpen mit selbsttätigen Ventilen bevorzugt, wendet man bei Kondensatorluftpumpen in der Regel eine Steuerung des Lufteintritts und -auslasses durch Flachschieber (*Weiss*) oder Kolbenschieber (*Köster*) an. Diese Schieberluftpumpen gestatten, da alle ihre Bewegungen zwangläufig geregelt werden, durchschnittlich höhere Umlaufzahlen als Ventilluftpumpen und zeichnen sich durch einen trotz ihrer grösseren schädlichen Räume recht günstigen Wirkungsgrad aus.

Das Kennzeichen einer *Weiss*schen Luftpumpe (vergl. Fig. 2) bildet der Schieber mit Ueberströmung zwischen beiden Zylinderhälften: Fig. 3 zeigt über dem Schieberspiegel den Querschnitt eines solchen Luftschiebers in der Mittelstellung, welche einer der Totlagen des Pumpenkolbens entspricht. Hierbei werden auf kurze Zeit Vorder- und Rück-

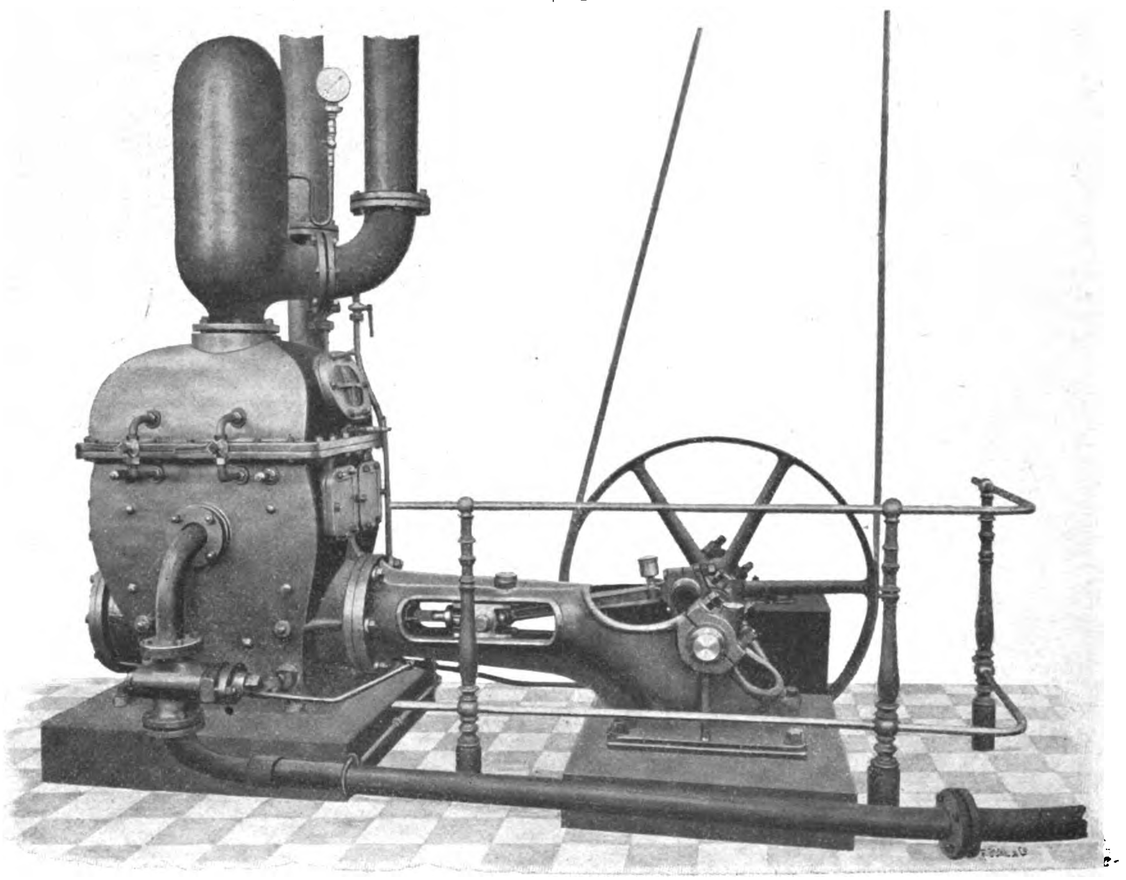


Fig. 4.
Kondensator mit Riemenantrieb.

Alle Kondensatoren saugen im Betriebe aus der Atmosphäre Luft an. Die mit dem Speisewasser und Einspritzwasser in den Kondensator geführte Luft ist so unwesentlich, dass man sie kaum zu berücksichtigen braucht. Hingegen dringt durch die Stopfbüchsen der Niederdruckzylinder und die Verbindungsstellen der Vakuumleitung stets Luft ein, deren Menge man nach der *Weiss*schen Formel

seite des Kolbens miteinander verbunden; dadurch ist der noch im schädlichen Raume einer Zylinderseite aufgespeicherten Druckluft die Vereinigung mit der Saugluft der anderen Zylinderseite ermöglicht, die Spannungen gleichen sich aus, die Druckkurve des Luftdiagramms verläuft deshalb höher und der Lieferungsgrad der Pumpe wird gesteigert. Es ist hier nicht der Ort, die sonstigen Eigenschaften *Weiss*scher Luft-

pumpen klarzulegen, bezüglich dieses Gegenstandes braucht nur auf andere Quellen hingewiesen zu werden (Z. V. D. I. 1888 und 1891).

Beinahe immer fasst man an Einspritzkondensatoren für einzelne Dampfmaschinen, welche meist nach dem Gleichstromprinzip arbeiten, Luft- und Mischwasserpumpe zusammen und betätigt ihren gemeinsamen Kolben mittels irgend eines Gestänges von der Kurbel oder vom Kreuzkopf aus. Nur selten verlässt man aus triftigen Gründen diese Anordnung: so können u. a. ungünstige Raumverhältnisse oder der spätere Anbau eines Kondensators den Ersatz des unmittelbaren Antriebes durch ein Riemen- oder Zahnrädervorgelege, auch einen besonderen Dampfzylinder notwendig machen.

Zwei Beispiele derartiger *unabhängiger Kondensatoren* zeigen Fig. 4 und 5; erstere stellt einen Riemenkondensator dar, im zweiten Bilde ist ein Simplexdampfzylinder dem Pumpenzylinder gegenüber an das Zwischenstück geschraubt. Diese beiden Bauarten bieten den Vorteil, dass man bei häufigen Betriebspausen (Förder- und Walzenzugmaschinen) gerade während der Anlaufdauer den Gegendruck bis auf die Luftleere des Kondensators vermindert und so die Zugkraft der Maschine im gleichen Masse vergrössert. Ausserdem kann man, was ebenfalls in vielen Fällen von Wert ist, einem unabhängigen Kondensator selbst während des Stillstandes der Hauptmaschine den Abdampf von Hilfsmaschinen (Pumpen und Ventilatoren, Eis- und Lichtmaschinen u. s. w.) zuführen. So entsteht gewissermassen ein Zentralkondensator, welcher einerseits die Wartung der ganzen Anlage vereinfacht und andererseits infolge seiner Grösse einen besseren Wirkungsgrad ergibt wie mehrere einzelne Kondensatoren für geringere Leistung.

Auf grossen Hüttenwerken ist die Errichtung einer *Zentralkondensation* mindestens ebenso wichtig wie der Bau einer Dampfkessel- oder Elektrizitätszentrale. Hier findet man, und das beweist die Wichtigkeit solcher Anlagen, fast jedes Kondensatorsystem — Einspritz- und Oberflächenkondensator mit den verschiedensten Abänderungen — vertreten.

Je nachdem ein Kondensator vom Kühlwasser und dem Abdampfe in gleich- oder gegengerichtetem Sinne durchflossen wird, unterscheidet man *Gleichstromkondensatoren* und *Gegenstromkondensatoren*. Die erste Hauptart wird namentlich durch die an Dampfmaschinen üblichen Einspritzkondensatoren mit nasser Luftpumpe vertreten; hier bewegen sich Kühlwasser und Abdampf in gleicher Richtung von oben nach unten, und die tatsächliche Kondensatorspannung p_k setzt sich nach dem *Dalton*schen Gesetze aus der Dampfspannung p_d und der Luftspannung p_l zusammen, so dass

$$p_k = p_d + p_l$$

Anders indess beim Gegenstromkondensator. Dieser trennt die Luft sehr energisch vom Wasserdampf und führt sie an die höchste und kühlste Stelle des Niederschlagraumes, dorther saugt die Luftpumpe und die Kondensatorspannung p_k sinkt mit Leichtigkeit bis fast genau auf die der Kühlwassertemperatur gemässe Dampfspannung p_d. Die meisten und bekanntesten Ausführungen solcher Gegenstromeinspritzkondensatoren rühren von *F. J. Weiss* (Basel) her; ihre Bauart und Wirkungsweise ist bereits so oft in Zeitschriften und Lehrbüchern geschildert worden, dass es sich erübrigt, ihnen nochmals eine ausführliche Beschreibung zuteil werden zu lassen. Ihre Hauptvorzüge beruhen darin, dass sie mit verhältnismässig wenig Einspritzwasser, selbst bei langen Rohrleitungen von mangelhafter Dichtheit eine kräftige Luftleere erzeugen und für die Kesselspeisung ein Mischwasser liefern, dessen Wärmegrad ziemlich dem des Abdampfes im Kondensator entspricht.

Neuerdings ist, wie hier erwähnt werden soll, der *Weiss*kondensator durch *J. Klein*-Frankenthal (Maschinen- und Armaturfabrik vorm. *Klein, Schanzlin & Becker*) vereinfacht und verbessert worden. Nähere Mitteilungen über diese äusserst zweckmässige Kondensatorart würden zu weit gehen; Heft 3 des Jahrganges 1903 der Zeitschrift „Glückauf" (Essen) enthält einen längeren Bericht über eine solche Zentralkondensation, welche auf *Geisheckschacht* der Königlichen Grube *Heinitz* bei Saarbrücken im Betriebe ist. Dort

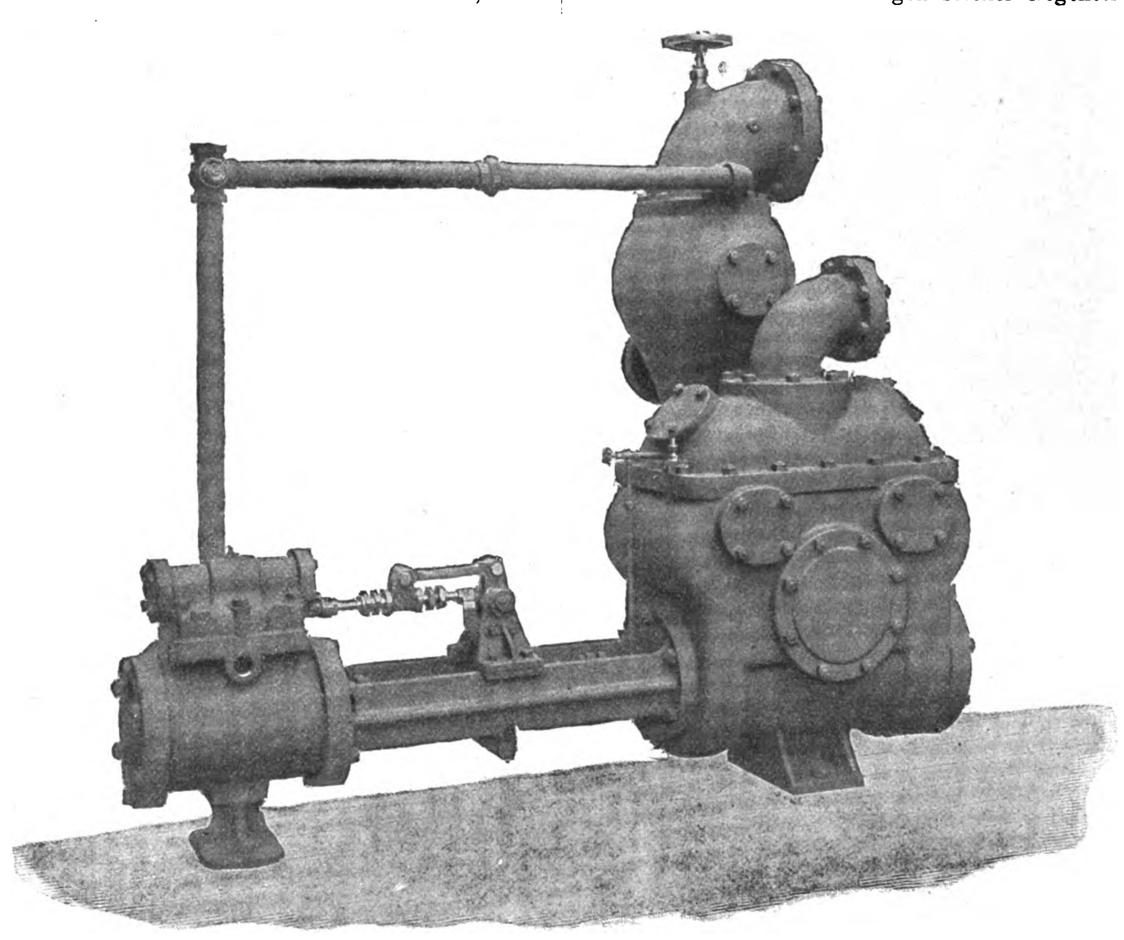


Fig. 5.
Kondensator mit Simplexdampfzylinder.

lagen die Wasserverhältnisse einigermassen günstig: daraus erwuchs die Möglichkeit, einen Einspritzkondensator anzuwenden.

Die eigentümliche Form der Maschinenräume an Bord der Seeschiffe macht es erklärlich, dass man hier nur Kondensatoren mit wagerechter Achse unterzubringen imstande ist; dabei ergibt sich meist eine recht bequeme Führung des Zirkulationswassers, welches die aussen vom Dampf bespülten Kondensatorrohre durchfliesst. Auch in einer grossen Zahl ortsfester Betriebe, namentlich im Bergbau und Hüttenwesen, gibt es Röhrenkondensatoren liegender Bauart; Fig. 6 zeigt eine solche Anlage auf den *Rombacher Hüttenwerken* in Rombach (Lothringen). Der im Bilde leicht kenntliche Kondensator schlägt stündlich bis zu 30000 kg Dampf nieder, dieser steigt durch das rechts unten ersichtliche dicke Rohr zum Oelabscheider, durchströmt denselben und gelangt mittels einer kurzen Zwischenleitung in den Kondensatorraum. Das Kühlwasser wird von dem am linken Rande teilweise dargestellten Gradierwerk durch die Zirkulationspumpe abgezogen und in den Kondensator gedrückt.

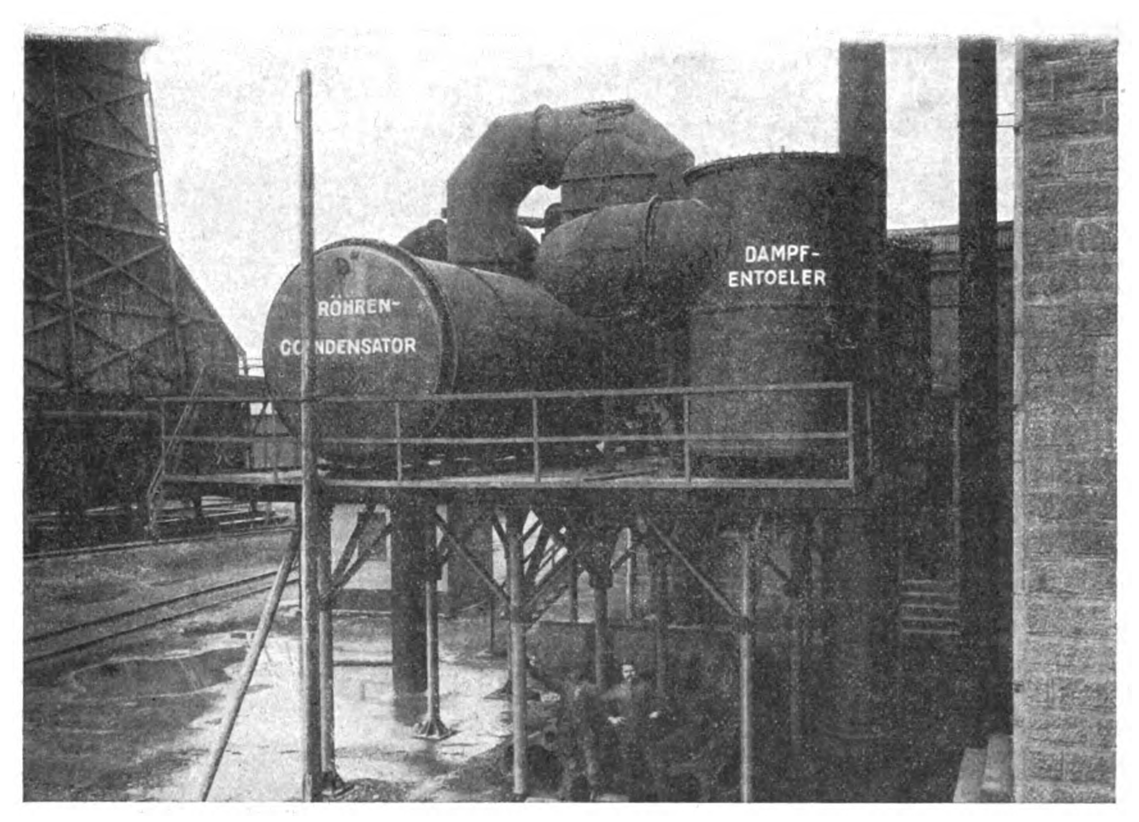


Fig. 6.
Liegender Röhrenkondensator der Rombacher Hüttenwerke.

Die Kühlfläche des letzteren ist aus einer Menge Messingröhren von etwa 2 mm Wandstärke hergestellt, deren Oberflächen dem Dampfe die Wärme entziehen. Sowohl der Wasserinhalt, als auch das Gewicht der einzelnen Teile des Kondensators speichern in sich einen Kühlvorrat auf, welcher bei plötzlicher Zufuhr bedeutender Dampfmengen die unvermeidlichen Schwankungen der Luftleere verringert.

(Schluss folgt.)

Zur Berechnung der Vorgänge in den Gasmotoren.

Von Dr. **K. Schreber** in Greifswald.

(Schluss von S. 435 d. Bd.)

3. Denkt man sich durch das chemische Zeichen einer Verbindung nicht nur die durch die Summe der Atomgewichte angegebene Anzahl von Kilogrammen dargestellt, sondern mit ihm auch gleich die Angabe des Energiegehaltes derselben verknüpft, so muss man die, eine chemische Umsetzung darstellende Gleichung durch die Angabe der, die Umsetzung begleitenden Wärmetönung vervollständigen. Ein Atom bezw. eine Mole eines festen Stoffes schliesst man zur Kennzeichnung des Zustandes in eckige Klammern [ ] ein, während der flüssige Zustand durch geschweifte Klammern { } angedeutet wird.

In der folgenden Tabelle 3 sind einige technisch wichtige chemische Umsetzungen zusammengestellt. Unter $\triangle n$ ist die Aenderung der Molenzahl durch die Umsetzung angegeben.

Tabelle 3.

	$\triangle n$
$[C] + O_2 = CO_2 + 98070$	0
$2[C] + O_2 = 2CO + 2 . 30110$	+ 1
$2CO + O_2 = 2CO_2 + 2 . 67960$	— 1
$2H_2 + O_2 = 2\{H_2O\} + 2 . 68360$	— 3
$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2\{H_2O\} + 211930$	— 2
$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2\{H_2O\} + 333350$	— 2
$2C_3H_6 + 9O_2 = 6CO_2 + 6\{H_2O\} + 2 . 492740$	— 5
$2C_6H_6 + 15O_2 = 12CO_2 + 6\{H_2O\} + 2 . 787500$	— 5

Die ersten drei Reihen ergeben das Gesetz der konstanten Wärmesummen: Die bei der Verbrennung eines Kilogrammatomes Kohlenstoff entwickelte Wärme ist unabhängig



davon, ob der Kohlenstoff gleich vollständig zu Kohlensäure oder erst zu Kohlenoxyd und dann zu Kohlensäure verbrennt. Addiert man die zweite und dritte Reihe, so erhält man die erste. Würde man die Verbrennungswärmen, wie das gewöhnlich geschieht, auf die Gewichtseinheit beziehen, so würde man dieses Gesetz nicht so einfach erkennen. Von Wichtigkeit ist dieser Satz für die Gasmotorentheorie, weil nach den Beobachtungen von *Langen* über 1700° die Kohlensäure merklich dissoziiert ist, also über 1700° nur ein mehr oder weniger grosser Teil der Kohle zu Kohlensäure, der Rest nur zu Kohlenoxyd verbrennt und erst bei der Abkühlung die Verbrennung vollständig vor sich geht. Die entwickelte Wärme ist nach dem eben genannten Gesetz davon unabhängig.

Die angegebenen Wärmemengen sind unter konstantem Druck und durch Abkühlung der Verbrennungsgase bis auf die Anfangstemperatur gewonnen worden, sodass sich das beim Verbrennen entstehende Wasser zu Flüssigkeit kondensiert hat, wie auch in den Gleichungen angedeutet. Für die Berechnung der Verbrennungserscheinungen in Gasmotoren braucht man aber die Verbrennungswärmen bei konstantem Volumen und unter der Bedingung, dass das Wasser dampfförmig bleibt. Dementsprechend müssen die oben angegebenen Verbrennungswärmen korrigiert werden, was sehr leicht auszuführen ist, wenn die Umsetzungsgleichungen, wie oben, auf Molen bezogen sind.

Nimmt während der Verbrennung unter dem konstanten Druck p die Zahl der Molen um 1 zu, so ist, wenn v das Volumen einer Mole ist, die geleistete Arbeit $p \cdot v$. Nach der Gasgleichung ist aber, da $n = 1$, $p v = B T$. Es muss also zu den oben gegebenen Verbrennungswärmen $\triangle n \cdot BT$ hinzugezählt werden, wo $\triangle n$ die durch die Umsetzung erfolgte Aenderung der Molenzahl ist; $\triangle n$ ist in Tab. 3 angeführt. Da $B = 1,965$ cl und $T = 290^0$ ist, so ist $578 \triangle n$ zu addieren. Wenn also $\triangle n$ nicht sehr gross ist, liegt diese Korrektur innerhalb der Genauigkeitsgrenzen des Versuchs.

Grösser ist die Korrektur wegen des Wassers. Bleibt dieses in den Verbrennungsgasen dampfförmig, so gibt es seine Verdampfungswärme nicht ab. Da die Korrektur wegen der durch die Kondensation bedingten Volumenänderung schon oben angebracht ist, so darf hier nur die sogenannte innere Verdampfungswärme in Rechnung gestellt werden. Diese beträgt bei Zimmertemperatur, bezogen auf die Mole Wasser, 10 110 cl. Ist n_w die Zahl der beim Verbrennen entstehenden Wassermolen, so ist also ausser der Volumenkorrektur noch abzuziehen $10\,110\ n_w$.

Die dementsprechend umgerechneten, den Vorgängen in den Gasmotoren zu grunde zu legenden Verbrennungswärmen sind in der nachfolgenden Tab. 4 zusammengestellt. Dieselbe enthält gleichzeitig noch das Verhältnis der zum vollständigen Verbrennen nötigen Molenzahl Sauerstoff n_O, sowie der nach dem Verbrennen entstandenen Molenzahl Wasserdampf n'_{H_2O} und Kohlensäure n'_{CO_2} zur Molenzahl des Brennstoffes n_b.

Tabelle 4.

	$\frac{n_O}{n_b}$	$\frac{n'_{H_2O}}{n_b}$	$\frac{n'_{CO_2}}{n_b}$
$2\,CO + O_2 = 2\,CO_2 + 2 \cdot 68080$	$1/2$	0	1
$2\,H_2 + O_2 = 2\,H_2O + 2 \cdot 57380$	$1/2$	1	0
$CH_4 + 2\,O_2 = CO_2 + 2\,H_2O + 190\,570$	2	2	1
$C_2H_4 + 3\,O_2 = 2\,CO_2 + 2\,H_2O + 311\,990$	3	2	2
$2\,C_3H_6 + 9\,O_2 = 6\,CO_2 + 6\,H_2O + 460\,990$	$9/2$	3	3
$2\,C_6H_6 + 15\,O_2 = 12\,CO_2 + 6\,H_2O + 755\,750$	$15/2$	3	6

4. Um zu zeigen, wie leicht sich mit diesen auf Molen bezogenen Zahlen die Rechnung macht, will ich das von *Schöttler*[1]) ausführlich angegebene Gas einer Berechnung unterziehen. Da die in Tab. 4 gegebenen Heizwerte ein wenig von den von *Schöttler* benutzten abweichen, so ist das Resultat ein wenig anders. Die ganze Rechnung ist in Tab. 5 zusammengestellt, deren Erläuterung nachfolgt.

Auf Grund der Hypothese *Avogadros* gibt die volumetrische Zusammensetzung eines Gasgemisches gleichzeitig die Zusammensetzung nach Molen. Man darf sich nicht etwa in Hinblick auf die von der Atom- und Molekelhypothese betonte Unteilbarkeit der Atome daran stossen, dass Bruchteile von Molen auftreten. Für uns bedeutet 1 Mole Benzol 78 kg und davon können Bruchteile in einem Gase enthalten sein. Diese Molenzahl, mit welcher die einzelnen Bestandteile am Gemisch beteiligt sind, ist unter n_b angegeben. Vervielfachen wir jede dieser Zahlen mit dem zugehörigen Molekelgewicht, so erhalten wir unter g das Gewicht, mit welchen jedes Gas sich an der Mischung beteiligt, und die Summe von g gibt uns das mittlere Molekelgewicht 11,98; das Gas ist also bedeutend leichter als Luft, deren mittleres Molekelgewicht oben zu 28,89 berechnet war. Da 1 Mole bei 0° und 1 kg/qcm Druck 23,08 m³ einnimmt, so wiegt 1 m³ des Gases $\frac{11,98}{23,08} = 0,519$ kg.

Tabelle 5.

	n_b	g	g'	h	n_O	n'_{H_2O}	n'_{CO_2}	n'
C_6H_6	0,0069	0,536	0,045	5215	0,0518	0,0207	0,0414	0,0621
C_3H_6	0,0037	0,155	0,013	1706	0,0167	0,0111	0,0111	0,0222
C_2H_4	0,0211	0,591	0,049	6583	0,0633	0,0422	0,0422	0,0844
CH_4	0,3755	6,002	0,501	71559	0,7510	0,7510	0,3755	1,1265
H_2	0,4627	0,925	0,077	26550	0,2314	0,4627	—	0,4627
CO	0,1119	3,133	0,261	7618	0,0560	—	0,1119	0,1119
CO_2	0,0081	0,356	0,030	—	—	—	0,0081	0,0081
N_2	0,0101	0,283	0,024	—	(4,4022)	—	—	4,4123
	1,0000	11,981	1,000	119231	1,1702 (5,5724)	1,2877	0,5902	6,2902

Teilen wir die Einzelwerte von g durch ihre Summe, so erhalten wir unter g' die Zusammensetzung des Gases nach Gewichtsteilen. Es wird bei dieser Rechnungsmethode also die umständliche Rechnung mit den spezifischen Gewichten umgangen.

Vervielfacht man die in Tab. 4 angegebenen molekularen Heizwerte mit der unter n_b stehenden Molenzahl, so erhält man die unter h angeführten Anteile der einzelnen Gase am gesamten Heizwert. Zur Berechnung dieses Heizwertes ist also die Berechnung von g und g' nicht nötig. Summiert man h, so findet man als Heizwert einer Mole 119231 cl, das ergibt für 1 m³ 5166 cl.

Die zur Verbrennung nötigen Molen Sauerstoff n_O sowie die dabei entstehenden Molen Wasser n'_{H_2O} und Kohlensäure n_{CO_2} erhält man, indem man n_b mit den aus Tab. 4 entnommenen Verhältnissen $\frac{n_O}{n_b}$ bezw. $\frac{n'_{H_2O}}{n_b}$ oder $\frac{n'_{CO_2}}{n_b}$ vervielfacht. Im ganzen verlangt also 1 Mole Gas 1,1702 Molen Sauerstoff. Da diese der Luft entnommen werden, so werden gleichzeitig mit ihnen $1,1702 \cdot \frac{79,0}{21,0} = 4,4022$ Molen Stickstoff dem Gase zugeführt. Ich habe diese Zahl in der Spalte n_O in der Zahlenreihe für Stickstoff eingeklammert aufgeführt. Durch Zusammenzählen mit den nötigen Molen Sauerstoff findet man, dass 1 Mole Gas zum vollständigen Verbrennen 5,5724 Molen Luft gebraucht; das brennbare Gemisch besteht also vor dem Verpuffen aus 6,5724 Molen.

Nach der Verpuffung hat man 1,2877 Molen Wasser, 0,5902 Molen Kohlensäure, von denen 0,0081, und 4,4123 Molen Stickstoff, von denen 0,0101 schon vorher im Gemisch waren. Insgesamt sind also nach der Verpuffung 6,2902 Molen vorhanden, sodass durch die chemische Umsetzung eine Abnahme der Molenzahl um 4,4 v. H. stattgefunden hat. Der hierfür vielfach gebrauchte Ausdruck „Zusammenziehung" ist nicht berechtigt, da ja die Verpuffung bei konstantem Volumen stattfindet, also sowohl Zusammenziehung wie Ausdehnung ausgeschlossen ist.

Zur Berechnung der Temperatur nach der Verpuffung macht man die einfache Annahme, die durch den chemischen Umsatz entwickelte Wärme wäre den Verbrennungsprodukten bei konstantem Volumen von aussen zugeführt worden. Man muss also zunächst die Molekelwärme der Heizgase berechnen. Die Konstante derselben berechnet sich sehr leicht, indem man nach dem Gesetz von *Dulong* und *Petit* die Atomwärme mit der Atomzahl multipliziert und durch die Molenzahl dividiert.

$$2,285 \cdot \frac{3\,(n'_{H_2O} + n'_{CO_2}) + 2\,n'_N}{n'_{H_2O} + n'_{CO_2} + n'_N} = 5,251$$

Leider lässt sich der Faktor der Temperatur nicht so einfach berechnen, vielmehr muss man da die Mischungsregel in ihrer allgemeinen Form anwenden.

[1]) *Schöttler*, die Gasmaschine 1902, S. 218.

$$\frac{0,00233\ n'_{H_2O} + 0,00378\ .\ n'_{CO_2} + 0,00106\ .\ n'_N}{n'_{H_2O} + n'_{CO_2} + n'_N} = 0,00158$$

also

$$c_v = 5,251 + 0,00158\ T$$

Man erhält somit die Gleichung

$$119\,231 = 6,2902\,[5,251\,(T_1 - T_0) + \frac{0,00158}{2}\,(T_1^2 - T_0^2)]$$

Derartige quadratische Gleichungen, in denen das quadratische Glied nur die Bedeutung eines Korrektionsgliedes hat, löst man vorteilhaft durch Annäherung.

$$T_1 - T_0 = \frac{119231}{6,2902\ .\ 5,251} \cdot \frac{1}{1 + 0,00015\,(T_1 + T_0)}$$

Lässt man zunächst das quadratische Glied weg, so würde man durch blossen Ueberschlag ungefähr erhalten $T_1 - T_0 = 3500$; die Korrektur würde dann betragen $\frac{1}{1 + 0,60}$, es ist somit $T_1 - T_0$ um ungefähr 30 v. H. zu gross.

Setzen wir deshalb als ersten Annäherungswert $T_1 - T_0 = 2400$; dann erhalten wir mit $T_1 + T_0 = 2946$ als zweiten Annäherungwert 2503. Das ergibt $T_1 + T_0 = 3049$ und damit erhalten wir für $T_1 - T_0 = 2484$. Beachten wir, dass sich $T_1 - T_0$ von der ersten zur zweiten Annäherung um 103°, von der zweiten zur dritten nur um 19° geändert hat, so dürfen wir uns hiermit begnügen und als richtigen Wert annehmen

$$T_1 - T_0 = 2485°$$

Würde also das von *Schöttler* angeführte Hannöversche Gas ohne Luftüberschuss verbrennen, so würde es sich bis in Temperaturen erwärmen, bei denen nach den Beobachtungen von *Langen* schon ein beträchtlicher Teil der Kohlensäure dissoziiert ist, man würde also auf jeden Fall die Erscheinung des Nachbrennens beobachten. Da aber infolgedessen sich die Wärme nicht vollständig entwickelt, so steigt auch die Temperatur nicht ganz so hoch.

Nimmt man trotz der Versuche *Langens* zunächst an, es würde die Dissoziation nicht in merkbarer Weise auftreten, so erhält man das als Mass der Verpuffungskraft bezeichnete Verhältnis des Drucks nach, zum Druck vor der Verpuffung auf folgendem Wege. Nach der Gasgleichung ist vor der Verpuffung

$$p_1\, v = n\, B\, T_0$$

nach derselben aber

$$p_2\, v = n'\, B\, T_1$$

Folglich ist die Drucksteigerung gegeben durch

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{n'\, T_1}{n\, T_0} = 8,7$$

Es lässt sich also die durch die chemische Umsetzung bedingte Aenderung der Molenzahl bei der Berechnung der Drucksteigerung ohne weiteres berücksichtigen, wenn man überhaupt nach Molen rechnet, während die gewöhnliche Rechnung nach Kilogrammen erst eine sehr umständliche Berechnung der Konstanten der Gasgleichung verlangen würde.

Die Expansion würde immer, unter Vernachlässigung der Dissoziation, auch trotz Abhängigkeit der Molekelwärmen nach dem bekannten *Poisson*schen Gesetz $p\, v^k =$ konst. verlaufen, nur ist auch hier k von der Temperatur abhängig. Für die vorliegenden Verbrennungsgase erhält man unter der Annahme, dass sie innerhalb der in den Gasmotoren vorkommenden Temperaturen als vollkommene Gase zu betrachten seien,

$$k = \frac{7,216 + 0,00158\ T}{5,251 + 0,00158\ T} = 1,374\,(1 - 0,00008\ T)$$

Es nimmt also k mit fallender Temperatur von einem verhältnismässig kleinen Wert, hier $k_1 = 1,071$, fortwährend zu. Am Anfang der Expansion fällt somit die Expansionslinie nahezu mit der gleichseitigen Hyperbel zusammen, was noch vermehrt wird durch die Wärmeentwicklung infolge der langsam zurückgehenden Dissoziation. Die Temperatur muss schon sehr weit gefallen sein, ehe k die Werte erreicht, mit welchen man bisher in theoretischen Untersuchungen über Gasmotoren gerechnet hat; d. h. die Expansionslinie bleibt stets der gleichseitigen Hyperbel näher, als man bisher angenommen.

Zur Berechnung des Enddruckes der Expansion, sowie zur vollständigen Aufzeichnung der Expansionslinie ist allerdings die *Poisson*sche Gleichung jetzt nicht mehr zu gebrauchen. Dazu muss man folgendes Verfahren einschlagen.

Es sei allgemein die Molekelwärme der Verbrennungsgase gegeben durch

$$c_v = c_{v,o} + b\, T$$

dann erhält man unter der Annahme, dass für die vorliegenden Gase die Gasgleichung zulässig, also $R\ .\ B = 1,965$ sei,

$$\frac{T_1}{T'}\ .\ e^{\frac{b}{c_{v,o}}(T_1 - T')} = \left(\frac{v'}{v_1}\right)^{\frac{R\,.\,B}{c_{v,o}}}$$

eine Gleichung, welche ***E. Meyer*** schon gegeben hat.

Will man die ganze Expansionslinie aufzeichnen, so wird man nach dieser Gleichung für abnehmende Werte von T' die zugehörigen Volumina v', und für diese aus der Gasgleichung die Drucke p' berechnen, p' und v' in das Diagramm einzeichnen und mittels Kurvenlineals verbinden. Es ist dabei nicht nötig, dass einer der Werte v' mit dem unteren Grenzvolumen v_2 zusammenfällt.

Will man nur die dem unteren Grenzvolumen v_2 entsprechende Temperatur feststellen, so kann man dieses durch eine Annäherung, welche ebenso schnell zum Ziele führt, wie die oben durchgeführte Annäherungsrechnung, wenn man bedenkt, dass

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{1\ .\ 2} + \frac{x^3}{1\ .\ 2\ .\ 3} \cdots$$

und dass

$$e^{x + \triangle x} = e^x\,(1 + \triangle x)$$

Man rechnet also zunächst unter Vernachlässigung des Exponentialgliedes einen Wert T_2 aus und nimmt dann einen passend höher gewählten an. Für diesen rechnet man die Exponentialreihe aus und erhält dann unter Berücksichtigung derselben einen zweiten Annäherungswert. Für diesen berechnet man nun nicht etwa die Exponentialreihe von neuem, sondern man bildet nur die Differenz der Exponenten für die beiden Annäherungswerte und multipliziert mit der um 1 vermehrten Differenz den vorigen Wert der Exponentialreihe. Man erhält damit einen dritten Wert für T_2 und kann so fortfahren bis zur gewünschten Genauigkeit, die aber meist mit dem dritten Wert schon hinreichend erreicht sein wird. Die Rechnung geht schneller, als man nach der Beschreibung meinen könnte.

Man ist also jetzt imstande, ohne besonders schwierige Rechnungen mit einer den Tatsachen sehr nahe kommenden Genauigkeit die Vorgänge in den Gasmotoren zu berechnen, und kann also jetzt nach den von *Meyer* in seinen Untersuchungen am Gasmotor gegebenen Prinzipien beurteilen, ob ein vorliegender Gasmotor gut oder schlecht gebaut ist.

Die Schneidwinkel der Drehstähle.

H. F. Donaldson aus Woolwich hatte Mitte Januar dieses Jahres die Ergebnisse seiner Versuche mit Schneidstählen an üblichen Werkstücken der Institution of Mechanical Engineers vorgelegt, welche nach Engineering 1903 I 124 in Folgendem kurz erwähnt werden.

Zur Ermittlung der günstigsten Schneidwinkel benutzte *Donaldson* die in Fig. 1 bis 3 dargestellte Messvorrichtung, mit welcher die Stärke der Drucke angezeigt werden, die während des Drehens auf die Schneidkanten des Stahles wirken. Die Vorrichtung ist in den oberen

Stahlhalter eingebaut und besteht in der Hauptsache aus drei kleinen Presszylindern *a*, *b* und *c*, welche in die Wände eines Ueberwurfkastens *d* eingeschraubt sind, der selbst mittels vier Schraubenbolzen *f* am Supportoberteil *g* fest- in wagerechter Ebene bildet. Hiernach sind die geometrischen Verhältnisse des Werkzeuges bequem und sicher festzulegen.

Die Grenzwerte dieser Zuschärfungswinkel sind in Tab. I

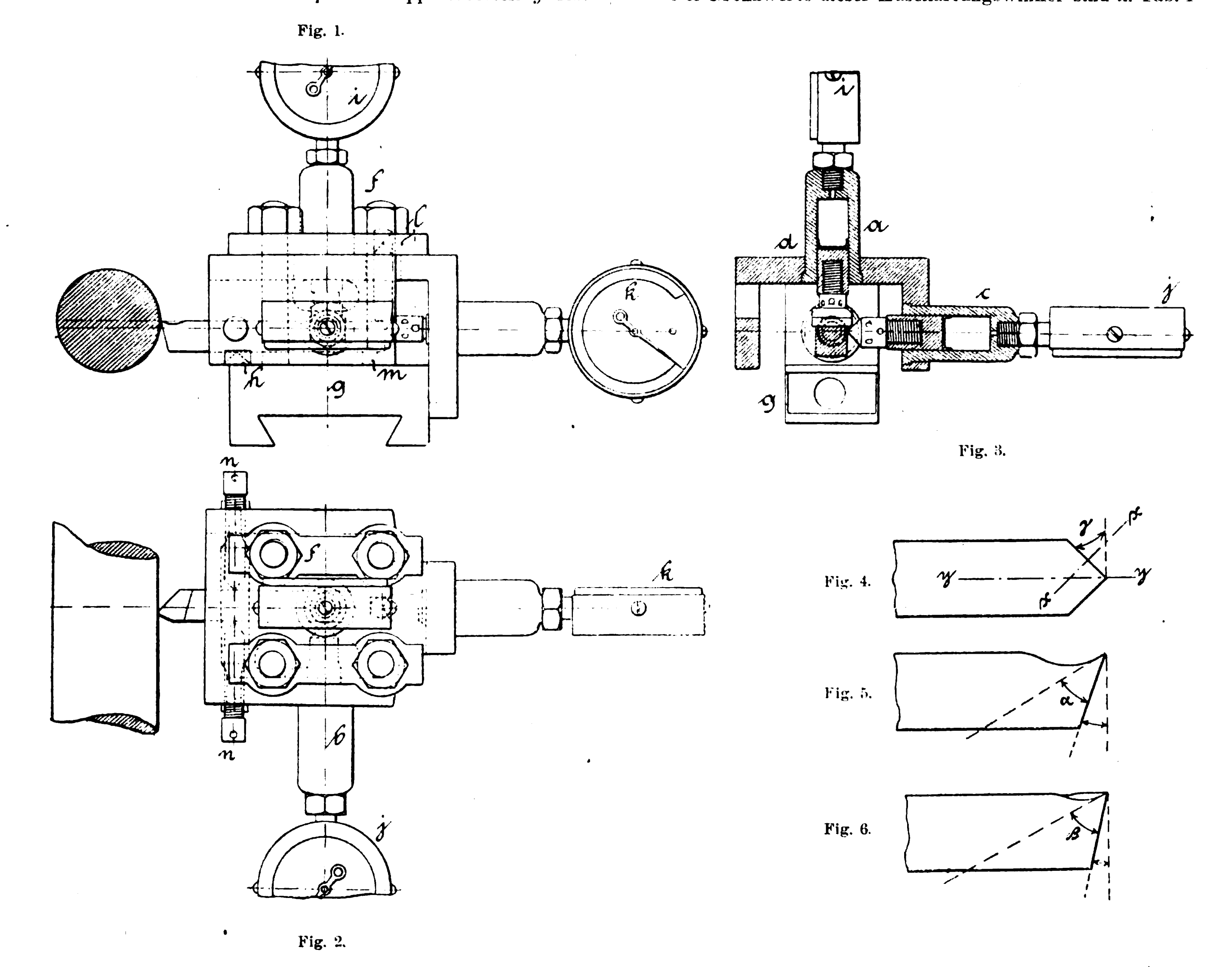


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

gemacht ist. In diesen Zylindern spielen, mittels Ledermanschetten abgedichtet, Kolben, in welche Stahlschneiden zum Nachstellen eingeschraubt sind, die den Schneidstahl halten. Ausserdem ruht letzterer auf einer festen Schneide *h*, des Supportoberteiles wie ein Wagebalken auf, und überträgt den tangentialen Schnittdruck auf den Kolben des oberen Zylinders *a*, welcher die Pressflüssigkeit nach dem Manometer *i* treibt.

In ähnlicher Weise wird der Schnittdruck längs der Spitzenlinie und senkrecht dazu mittels der Manometer *j* und *k* angezeigt. Um nun das für eine richtige Schneidwirkung überaus lästige Spielen des Schneidstahles in etwas zu begränzen, sind die obere Stahlschraube *l* sowie ein Rückschlagstift *m* und ferner die beiden seitlichen Stellschrauben *n* vorgesehen. Diese an sich einfache Messvorrichtung besitzt jedoch beträchtliche Mängel, die durch das Wandern, Wenden und Kippen des Werkzeuges über die festen und beweglichen Schneiden hervorgerufen werden, deren Reibungswiderstände die Genauigkeit der Kraftmessung stark beeinträchtigen werden.

Um die Zuschärfungswinkel genau messen zu können, ist der Schneidstahl für schrägen Seitenschnitt geformt und wird in der normalen Richtung *x* (Fig. 4) den Winkel α (Fig. 5) und in der Drehungsebene *y*, also senkrecht zur Spitzenlinie, den Stirnwinkel β (Fig. 6) erhalten, während die entsprechenden Anstellungswinkel aus der Höhenlage und der wagerechten Stellung des Werkzeuges abgeleitet werden. Von Bedeutung ist noch der Winkel γ (Fig. 4), welchen die Schneidekante mit der Richtung der Spitzenlinie

zusammengestellt, wobei Anstellungswinkel 3 bis 8⁰ bei Berechnung des Schneidwinkels angenommen werden. So wird z. B. der seitliche Schneidwinkel für ein Werkstück aus hartem Stahl **H H H**, als Summe $s = \alpha + \delta = 70 + 3 = 73^0$ folgen. Da aber zu einem grösseren Zuschärfungswinkel oft ein kleiner Anstellungswinkel und umgekehrt zugepaart wird, so gibt Tab. I nur ein angenähertes Bild der gebrauchten günstigen Schneidwinkel.

Tabelle I.

Grenzwerte der günstigen Zuschärfungswinkel bei Anstellungswinkel $\delta = 3$ bis 8^0.

Material des Werkstückes	Seitenwinkel α	Stirnwinkel β	Richtungswinkel γ
Stahl, weich **H**	50 — 60	52 - 60	33 — 43
Stahl, mittelhart **H H**	60 — 65	54 — 63	
Stahl, hart **H H H**	60 — 70	65 — 78	
Rotguss, zäh	62 — 74	62 — 74	33 — 38
Rotguss, mittel	70 — 75	62 — 74	
Rotguss, hart	60 — 80	60 — 80	

In Tab. II ist die chemische Zusammensetzung des zu Schnittversuchen gebrauchten Werkstückmaterials, nebst Angabe der Zerreissfestigkeit und der verhältnismässigen Dehnung auf 50 mm Länge angegeben.

Die eigentlichen Versuchsergebnisse über die günstigsten Schneidwinkel sind in der Tab. III für verschiedene Werkstücke, deren chemische Zusammensetzung in Tab. II ange-

führt ist, zusammengestellt. Die Bezeichnung z. B. No. III Stahl **HHN** besagt mittelharten Nickelstahl; No. VII in Oel gehärteter Stahl **HO**; No. X geschmiedeter Rotguss **FHH**. Die Schnittiefe h folgt aus den Angaben der Durchmesserdifferenzen vor und nach dem Schnitt, woraus die eigentliche Spannbreite b durch Division mit $\sin\gamma$, dem Richtungswinkel, berechnet werden kann. Ist $h = \frac{d_1 - d_2}{2}$, so wird $b = \frac{h}{\sin\delta}$ als Spanbreite folgen, ebenso wird die eigentliche Spandicke $t = \lambda \,.\, \sin\gamma$ sein, sofern λ die lineare Schaltung für eine Umdrehung ist. Hieraus folgt der wirkliche Spanquerschnitt $b\,t$:

$$b\,t = \frac{h}{\sin\gamma} \,.\, \lambda \sin\gamma = h\,\lambda,$$

gleich dem volumetrisch aus Schaltung λ und Durchmesser d_1 und d_2 berechneten Querschnitt $h\,\lambda$. Die Schnittgeschwindigkeit, berechnet auf dem äusseren Durchmesser des Werkstückes, bewegt sich nur in drei Fällen an der früher üblichen Grenze von 50, 60, und 75 mm/Sek. und nimmt sonst von 100 mm/Sek. bei Gusseisen auf 130, 140 und 160 mm/Sek. bei Stahlmaterial zu; bei Schmiedeeisen steigt sie auf 280, und bei Messing und Rotguss auf 600, 700, 800 und 1000 mm/Sek.

Bei Bearbeitung milder Bronze wird sogar der erstaunliche Höchstwert

$$v = \pi\, d_1 \,.\, \frac{n}{60} = 280 \,.\, \frac{320}{60} = 1488 \text{ mm/Sek.}$$

Schnittgeschwindigkeit erreicht. Diese Werte zeigen auf den ersten Blick, dass bei den Versuchen hauptsächlich Schnelldrehstähle gebraucht wurden.

Doch ist in dieser Beziehung in Woolwich nichts Aussergewöhnliches geleistet, wenn man bedenkt, dass in *Krupps* Gusstahlwerk Stahlmaterial mit 400 und 500, ja ausnahmsweise sogar mit 600 mm/Sek. Schnittgeschwindigkeit auf der Drehbank bearbeitet wird.

In Tab. III ist für Stahlmaterial die kleinste Schaltung $\lambda = 0{,}36$ mm, für $d = 47$ mm, und die grösste $\lambda = 3{,}15$, bei $d = 212$ mm Durchmesser des Werkstückes angeführt.

Das sekundliche Spanvolumen stellt sich in No. II u. VI:

$$v_{II} = 0{,}5\ (47{,}0 - 43{,}2) \,.\, 162{,}6 \,.\, 0{,}36 = 108 \text{ cmm/Sek.}$$
$$v_{VI} = 0{,}5\ (212{,}1 - 190{,}5) \,.\, 61 \,.\, 3{,}15 = 2075 \text{ cmm/Sek.}$$

wobei die seitlichen Schneidwinkel $s = 65{,}5$ bezw. 57° angewendet sind.

Da nun das Werkstück No. VI mit $d = 212$ mm Durchmesser, die grösste Abmessung in dieser Versuchsreihe, be-

Tabelle II.

Chemische Zusammensetzung des Werkstückmaterials.

			Kohlenstoff v. H.	Silicium v. H.	Mangan v. H.	Nickel v. H.	Phosphor v. H.	Schwefel v. H.			Zugfestigkeit (v. H.) kg/qmm	Dehnung auf 50 mm Länge
I	Stahl	**HHH**	1,10—1,35								86—94	10—15
II	„	**H**	0,60—0,75								71—81	12—15
III	„	**HHN**	0,60	0,20	0,05	0,5					78—94	10—15
IV	Gusstahl	**HH**	0,35—0,45	0,2—0,30	0,7—0,9						44—60	4—9
V	Stahl	**HH**	0,30—0,35	0,1—0,20	0,5—0,7						55	30
VI	„	**H**	0,33	0,0—0,06	0,54		0,40	0,02			49	23
VII	„	**HO**	0,33	0,06	0,54		0,04	0,02			61	20,5
VIII	Schmiedeeisen	**M**	0,08	Spur	Spur						36—39	40—60
IX	Gusseisen		0,36	0,25	0,70		0,10				16—19	
			Kupfer v. H.	Zinn v. H.	Zink v. H.	Blei v. H.	Phosphor Zinn v. H.	Aluminium v. H.	Eisen v. H.	Mangan v. H.		
X	Rotguss, hart	**HH**	90	8	2		2				30,6	30
XI	„ mittel	**M**	87 ± 2	3,5 ± 1	6 ± 2	3,5 ± 1					22,8	28
XII	„ weich	**S**	87 ± 2	3,5 ± 1	6 ± 2	3,5 ± 1					22,8	28
XIII	Gelbg., geschm	**HH**	60		40			0,25	0,25	2	42,4	22
XIV	„	**H**	60		40	2		0,25			50,0	35

Tabelle III.

Versuchsergebnisse über die günstigsten Schneidwinkel an Drehstählen.

	Werkstück Material		Werkstück: Durchmesser mm vorher	Durchmesser mm nachher	Umlaufszahl n Min.	Schnittgeschwindigkeit mm/Sk.	Werkzeug: Schaltung mm für 1 n	Zeitdauer Sek.	Schaltweg mm	Winkel der Schneidestähle: Seitenschneide α	Anstellung	Schneidstahl	Stirnschneide β	Anstellung	Schneidwinkel	Richtungswinkel	Kühlmittel
I	Stahl	**HHH**	86,4	81,3	18	76,2	0,63	405	76,2	69	2	71	75	2	77	33	Soda
II	„	**H**	47,0	43,2	70	162,6	0,36	360	152,4	62,5	3	65,5	59	3	62	33	„
III	„	**HHN**	146,0	125,7	18	137,2	0,42	540	76,2	62,5	1	63,5	62,5	1	63,5	32	Soda u. Seife
IV	Gusstahl	**HH**	152,4	130,8	18	127	0,63	135	25,4	63	1	64	65	2,5	67,5	42	„
V	Stahl	**HH**	38,1	31,8	70	139,7	0,41	26	25,4	62,5	3	65,5	62,5	3	65,5	42	„
VI	„	**H**	212,1	190,5	5,5	61	3,15	900	254	52	5	57	55	4	59	35	„
VII	„	**HO**	171,5	158,8	5,5	50,8	1,81	2640	457	55	8	63	57,5	8	65,5	40	„
VIII	Schmiedeeis.	**M**	76,2	69,9	70	279,4	0,36	120	50,8	55	3	58	57,5	3	60,5	42	„
IX	Gusseisen		125,7	109,2	18	111,8	0,94	180	50,8	64	1	65	60	1,3	61,3	35	trocken
X	Rotguss	**FHH**	85,6	76,2	140	625	0,58	105	101,6	64	0	64	61	3	64	35	Soda
XI	„	**M**	66,0	50,2	320	1102	0,76	36	152,4	73	5	78	73	2	75	35	„
XII	„	**S**	88,9	82,6	320	1488	0,76	30	127	73	5	78	73	2	75	35	„
XIII	„	**FHH**	67,3	62,2	224	813	0,58	45	101,6	78	0	78	78	1	79	35	„
XIV	„	**FH**	61,0	54,0	224	711	0,58	33	76,2	62,5	3	65,5	62,5	3	65,5	35	„

sitzt, und dieses Stück mit der verhältnismässig kleinen Schnittgeschwindigkeit von $v = 61$ mm/Sek. bearbeitet wird, wobei der Schneidstahl ungewöhnlich kleine Winkel erhält, also auf besonders scharfen Schnitt eingerichtet ist, so kann dieser Fall No. VI nicht gut zu Vergleichungen mit den anderen Schneidstählen, namentlich mit No. II, herangezogen werden.

Die volumetrische Spanleistung bei No. VII, Stahl **H O**, und IV Gusstahl stellt sich auf

$$v_{VII} = 0{,}5\ (171{,}5 - 158{,}8)\ .\ 50{,}8\ .\ 1{,}81 = 584\ \text{cbmm/Sek.}$$

$$v_{IV} = 0{,}5\ (152{,}4 - 130{,}8)\ .\ 139{,}7\ .\ 0{,}41 = 589\ \text{cbmm/Sek.}$$

Es ist also bei annähernd gleichen Schneidwinkeln $s = 63$ und 64^0, kleiner und grosser Schnittgeschwindigkeit $v = 51$ und 140 mm/Sek., grober und feiner Schaltung $\lambda = 1{,}8$ und 0,4 mm, und annähernd gleichem Richtungswinkel $\gamma = 40$ und 42^0 die berechnete sekundliche Spanleistung gleich. Zu bedauern ist es, dass in dieser interessanten Versuchsreihe keine Angaben über den Schnittdruck gemacht worden sind und dass man sich auf verhältnismässig geringe Spanleistungen beschränkt hat, was wohl mit Rücksicht auf den Bestand der Messvorrichtung erklärlich erscheint. Dafür sind in Tab. IV die Schnittleistungen für Dauerversuche angegeben und diese nach den steigenden Schnittgeschwindigkeiten von $v = 70$ bis 250 mm/Sek. geordnet. Um eine bessere Vergleichung zu ermöglichen, sind die volumetrischen Leistungen aus Geschwindigkeit, Schaltung und Schnittiefe berechnet, und diese, aus dem Spangewicht ($\gamma = 7{,}5$ kg/cdm) abgeleiteten, in der letzten Kolumne angeführt. Mit zwei Ausnahmen sind die aus der Schaltung ermittelten Spanvolumen durchgehend kleiner als jene aus dem Spangewicht berechneten, sodass eine Aufstellung von Mittelwerten empfehlenswert erscheinen könnte.

Ebenso stellen sich diese Werte in Tab. V, welche sich nur auf Einzelfälle bezieht, wobei No. **E** eine vollständige Uebereinstimmung zwischen den beiden Volumwerten zeigt.

Wenn auch giltige Schlüsse aus diesen Versuchsergebnissen zu ziehen noch nicht angängig erscheint, so ist doch die Bekanntgabe solcher Ergebnisse für die fernere Beurteilung der günstigsten Schnittverhältnisse von Wert. *Prégel.*

Tabelle IV.
Dauerversuche an Stahlwerkstücke.

	Spanelemente						Spanvolumen berechn.	
	Schnittgeschwindigkeit mm/Sek.	Schnitttiefe mm	Schaltung für 1 n mm	Schnittdauer Std.	Schnittleistung kg/Std.	Fälle	Schaltung cbmm/Sek.	Spangewicht cbmm/Sek.
a	68,5	23,6	1,25	39,30	56,1	7	2025	2080
b	86,0	6,35	1,12	27,45	9,76	7*)	612	362
c	107	5,1	1,12	10,40	18,0	3	612	667
d	142	4,1	2,0	1,62	35,5	1	1164	1320
e	167	15,2	1,9	7,10	104,0	1*)	4807	3860
f	180	4,1	2,5	3,50	51,76	1	1845	1910
g	190	5,5	2,5	3,95	81,44	1	2622	3020
h	196	8,9	2,5	7,60	127,6	1	4360	4720
i	196	6,9	2,5	9,56	98,7	2	3380	3660
k	200	5,8	2,5	2,85	80,0	1	2900	2970
l	200	6,2	2,5	3,04	89,0	1	3100	3330
m	213	10,4	2,5	13,50	159	1	5538	5890
n	213	9,3	2,5	2,75	146	1	4950	5410
o	222	6,35	2,5	5,50	103	1	3522	3820
p	222	8,4	2,5	4,12	142	1	4662	5260
q	254	6,6	2,5	8,50	122	1	4190	4520

Tabelle V.
Schnelldrehstähle.

	Spanelemente						Spanvolumen berechn.	
	Schnittgeschwindigkeit mm/Sek.	Schnitttiefe mm	Schaltung für 1 n mm	Schnittdauer Std.	Schnittleistung kg/Std.	Fälle	Schaltung cbmm/Sek.	Spangewicht cbmm/Sek.
A	86	6,35	1,6	12,5	13,0	1	874	481
B	86	6,35	1,12	5,8	10,39	1	612	385
C	213	10,4	1,25	13,5	177,8	1	5626	6590
D	254	6,6	2,54	8,5	137,0	1	4257	5070
E	167	15,24	1,70	7,1	116,3	1	4326	4310
F	190	6,86	2,54	4,8	110,4	1	3282	4090

Die theoretischen Grundlagen der Rollen- und Kugellager.

Von **Hermann Studte**, Berlin.

Herr Professor *Stribeck*[1]) geht in seinen Untersuchungen über Kugellager und Rollenlager für beliebige Belastungen von den Differentialgleichungen aus, welche *Heinrich Hertz*[2]) über die Berührung elastischer Körper aufgestellt hat. Diese Gleichungen beruhen auf den Voraussetzungen, dass die Körper, welche gegeneinander gepresst werden, absolut homogene sind; ferner sollen die Druckflächen der gepressten Körper ausserordentlich klein zu ihren Gesamtoberflächen sein, d. h. nur berühren; die Kräfte sollen normal zur Oberfläche zwischen den in Kontakt befindlichen Teilen gerichtet sein, und ausserdem muss für das Material Proportionalität zwischen den Dehnungen und Spannungen bestehen. Die *Stribeck*schen Versuche über die zulässigen Belastungen von Kugeln und ihrer Lager wurden auf Anregung der deutschen Waffen- und Munitionsfabriken in Berlin unternommen und fanden durch Herrn Ingenieur *A. Riebe*, welcher als praktischer Konstrukteur von Kugellagern auf diesem Gebiete anerkannte Erfahrungen besitzt, bereitwillige Unterstützung. Hervorzuheben ist noch die Mitarbeiterschaft des *Dr. Schwinning*[3]), welcher in seiner Eigenschaft als Ingenieur der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen in Neubabelsberg ausreichende Gelegenheit fand, sich erfolgreich mit dem praktischen Ausbau der *Stribeck*schen Belastungstheorien für Kugellager zu beschäftigen. Die von *Stribeck* benutzten Einrichtungen für Druckversuche mit Kugeln sind von der Firma *Amsler, Laffon & Sohn* in Schaffhausen geliefert und den von Professor *Rudeloff* bei den in der *Königl. mechanisch technischen Versuchsanstalt* zu Charlottenburg ausgeführten Kugelprüfungen benutzten Einrichtungen nachgebildet.

Ausser diesen Arbeiten der Zentralstelle in Neubabelsberg und der Versuchsanstalt in Charlottenburg wurden Prüfungen von Gusstahlkugeln ausgeführt durch Professor *Föppl* in München und durch *E. Rasch*[4]), als Oberingenieur an der Materialprüfungsanstalt des Bayerischen Gewerbemuseums in Nürnberg. Zu erwähnen sind ferner die vorgängigen Untersuchungen, betreffend Kugel- und Rollenlager von Geh. Rat *Reuleaux*[5]), sowie des um den Maschinenbau hochverdienten Professor *Bach*[6]) in Stuttgart. Ferner sei auf das kleine Sammelwerk von *M. R. Zechlin*[7]) hingewiesen; dasselbe giebt zur Orientierung eine Aufzählung diesbezüglicher Patente.

Im allgemeinen ist die bis jetzt erschienene Litteratur über diese Lagerarten sehr spärlich. Man muss bedenken, dass noch vor wenigen Jahrzehnten die Stahlkugelerzeugung für Kugellagerzwecke durchaus unzureichend war; und dem-

[1]) *Stribeck*, Zeitschr. d. Ver. Deutscher Ingenieure, 1901, Bd. XXXXV, Heft 73 u. 118, und Bd. XXXXVI, Heft 36 u. 38.

[2]) *Heinrich Hertz*, Gesammelte Werke, Bd. I, S. 155 u. f. und S. 174 u. f.

[3]) *Schwinning*, Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ingenieure, 1901, Bd. XXXXV, S. 352.

[4]) *E. Rasch*, Prüfung von Gusstahlkugeln, Sonderabdruck a. d. Zeitschr. f. Werkzeugmaschinen u. Werkzeuge. Berlin. Polytechn. Buchhdlg, Seydel.

[5]) *Reuleaux*, Konstrukteur, IV. Aufl., 2.

[6]) Prof. *Bach*, Maschinenelemente, 7. Aufl.

[7]) *Max R. Zechlin*, Kugel- und Rollenlager, Theorie, Berechnung u. s. w. Berlin, 1900. Verl. A. Seydel.

gemäss wehrten sich auch damals selbst bewährte Maschinenbauer mit Recht gegen die allgemeine Einführung von Rollen- und Kugellagern.

In den letzten zwei Jahrzenten entwickelte sich mit erstaunlicher Schnelligkeit die Fahrradtechnik und mit ihr die Vervollkommnung und Einbürgerung der Kugellager in die Praxis. Die Kugellagerpraxis eilte jäh der Theorie voraus; und diese Tatsache ist nur möglich geworden, weil die gesamte Fachwelt der Schnellfahrzeugtechnik energisch und kapitalkräftig darauf losstrebte, für ihre Zwecke Lager mit möglichst geringer Reibung zu verwenden; und dazu eignen sich ganz besonders die Kugel- und Rollenlager, oder mit ihrem Kollektivbegriff „Rollager" benannt. Die Fahrradtechnik, der Automobilbau können ohne die Verwendung von Rollagern schon nicht mehr auskommen. Man durchmustere nur die einschlägigen Patentlisten aller Länder, so wird man über die Reichhaltigkeit der Konstruktionsanordnungen dieser Lagerarten staunen. Die schnelle, elegante Lauffähigkeit verdankt das Fahrrad lediglich dem Kugellager. Es ist daher auch nicht zu verwundern, dass man nicht allein das Fahrrad, sondern auch die für die Fahrradfabrikation notwendigen Werkzeugmaschinen mit Kugellagern ausstattete. Neuerdings schenkt auch der Dynamobau dieser Lagergattung erhöhtes Interesse, weil die unmittelbare Kupplung des Dynamo mit der Antriebsmaschine schnelle Umdrehungsgeschwindigkeit erfordert mit möglichst reibungsloser Bewegung. Auch die Strassen- und Bahnfahrzeuge wurden nach dieser Richtung kritisch untersucht, und man kam zu der Ueberzeugung, statt der früheren, ausschliesslich üblichen Gleitlager ebenfalls mit Vorteil Rollenlager zu benutzen. An diesen hat Professor *Stribeck*[8]) ebenfalls erfolgreiche Versuche ausgeführt. Auf jede Weise wäre es nun verfehlt, der Rollagertechnik für den Maschinenbau noch untergeordnete Bedeutung beizumessen, denn durch die theoretischen und praktischen Untersuchungen des Professor *Stribeck* werden die Rollager eine achtunggebietende Stellung in der Lagertechnik einnehmen, weil derselbe mit genialem Geschick und Ausdauer Messungen an Rollen- und Kugellagern, betreffend ihre Belastungsgrenzen und Reibungsarbeit vornahm.

Seine überaus günstigen, messtechnischen Erfolge, welche er zum Teil mit Hilfe der Reibungswage erzielte, sind von grossem, wissenschaftlichen Werte, so dass dem Gleitlager jetzt nach vielen Richtungen eine ernstliche Konkurrenzverwendung durch das Kugellager in Aussicht steht.

Ausser *Stribeck* setzten auch noch andere Forscher, wie *J. W. F. Harris* in Terre-Haute in Indiana bei veränderten Versuchsanordnungen Kugeln, sowie Rollen starken Belastungen aus, um deren Materialfestigkeit und Formänderung bei verschiedenen Druckspannungen zu prüfen. Ebenso wurde auch der Profilierung der Auflageflächen für die Rollkörper gebührende Beachtung gewidmet, um auf diese Weise die günstigsten Aufbaubedindungen der Rollager allgemein festzustellen.

Bei allen vorgenannten praktischen, sowie theoretischen Arbeiten wurden die *Lagebedingungen der Kontakte* auf den Oberflächen der gegeneinander gepressten Rollkörper keinem massgebenden Kriterium unterworfen. Diese Kenntnis lehrt die Kontaktzahlentheorie, welche als ein neuer Zweig der mathematischen Analysis hinzugefügt wird. Sie löst das Problem, warum Kontakte zustande kommen müssen, erwägt die dabei notwendigen mechanischen Bedingungen, stellt den Berührungsort der einzelnen im Kontakt befindlichen Grössen fest und zählt die Anzahl der wirklichen und möglichen Kontakte. Und besonders für die Rollagertechnik gewinnt die Kontaktzahlentheorie hervorragende Bedeutung, indem der Konstrukteur durch sie jetzt erst systematisch die günstigsten Kontaktbedingungen der Rollkörper gegeneinander verstehen lernt und mit Genauigkeit die Kontaktplätze als die Angriffsorte und Uebergangsstellen der Energie bestimmt; denn gerade die Kontaktstellen sind diejenigen Orte, an denen die Komponenten der eingeleiteten Kräfte ihre Wirkungen ausüben. Die Kontaktzahlentheorie, die Lehre der Berührungsmannigfaltigkeit von Grössen, ist die Fundamentalwissenschaft der Rollagertechnik überhaupt.

[8]) *R. Stribeck*, die wesentlichen Eigenschaften der Gleit- und Rollenlager, Zeitschr. d. V. Deutsch. Ing., Bd. XXXXVI, No. 39.

Man unterscheidet Punktkontakte, wie sie z. B. bei der Berührung idealer Kugeln vorhanden wären, ferner lineare Kontakte, sowie Flächenkontakte. Lineare Kontakte z. B. entstehen, wenn Zylinder in ihrer Längsrichtung, parallel zu einander in Berührung gebracht werden; die Gleitlager stellen Flächenkontakte dar.

Es ist wohl selbstverständlich einleuchtend, dass aus der Reihe der Kontaktkombinationen theoretisch bei Punktkontakten die Reibung am geringsten ist; dagegen tritt der grösste Reibungswert auf, wenn Flächenkontakte, wie bei den Gleitlagern vorhanden sind. Für die Gleitlager resultiert der logische Schluss sofort ungünstig nach dem Satze von *Helmholtz*: „Jede Reibung vernichtet lebendige Kraft."

Der Vollständigkeit halber darf es nicht überflüssig erscheinen, die verschiedenen Kontaktkombinationen besonders anzuführen:

Es können zustande kommen:

Punkt- mit Punktkontakt,	Minimum der Reibung
Punkt- mit Linienkontakt,	
Punkt- mit Flächenkontakt,	↑
Linien- mit Linienkontakt,	↓
Linien- mit Flächenkontakt,	Maximum der Reibung
Flächen- mit Flächenkontakt,	

Auffallend ist bei der Wichtigkeit der Kontaktlehre, dass die Geschichte der Wissenschaften nach dieser Richtung *nirgends* zweck- und zielbewusste Forschung aufweist, und umsomehr verlohnt hier die Arbeit, weil es mir durch die Schaffung der Kontaktzahlentheorie jetzt gelungen ist, die eigentlichen Grundlagen der Kugel- und Rollenlagertechnik festzulegen.

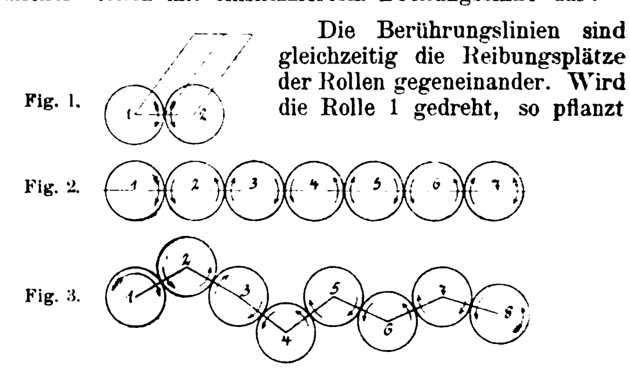
Kinematische Systeme von Rollen und Kugeln.

Schiebt man zwei parallel gelegte zylindrische Rollen gleicher Durchmesser so weit gegeneinander, dass ihre Mäntel sich berühren, so kommt der Kontakt derselben in einer graden Linie, ihrer gemeinschaftlichen geometrischen Tangente, welche zu den Rollenachsen parallel liegt, zu stande; und zwar ist unter den angenommenen Voraussetzungen die Rollentangente gleichweit von den Mittelachsen jeder der beiden Rollen entfernt; oder denkt man sich durch die beiden Mittelachsen eine Ebene gelegt, so ist die Rollentangente die Halbierungslinie der Mittelachsenebene. Angenommen, es werde die Rolle 1 durch irgend eine Energie in der Richtung der Uhrzeigerbewegung gedreht, so dreht sich die Rolle 2 im entgegengesetzten Sinne; wird die Drehung der Rolle 1 in entgegengesetzter Richtung bewirkt, so dreht sich die Rolle 2 ebenfalls in ihrer zwangsläufigen Bewegung im entgegengesetzten Sinne.

Es seien n Rollen gleicher Durchmesser gegeneinander im Kontakt so gelagert, dass ihre Rollentangenten in der Mittelachsenebene liegen. Ihre Kontaktzahl sei mit Kt bezeichnet:

$$Kt = n - 1$$

Fig. 2 stelle die Querschnitte solcher in Berührung befindlicher Rollen mit einskizziertem Drehungssinne dar:



Die Berührungslinien sind gleichzeitig die Reibungsplätze der Rollen gegeneinander. Wird die Rolle 1 gedreht, so pflanzt sich die eingeleitete Energie durch den Mantelkontakt zur Rolle 2 fort, so dass sich die Rolle 2 in entgegengesetzter Richtung mitdreht; ebenso wird von der Rolle 2 die Energie nach der Rolle 3 durch den Mantelkontakt übergeführt und bewirkt in derselben eine zwangsläufige Drehung, welche der der Rolle 2 entgegengesetzt, derjenigen der Rolle 1 aber gleichgerichtet ist. Man kann diesen Drehungsfolgen in

derselben Weise immer weiter nachgehen und gelangt bei der offenen einreihigen Rollenreihe zu folgenden Ergebnissen; Die Rollen:

$$1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 2n - 1$$

haben bei den dargelegten Anordnungsbedingungen unter sich gleichen Drehungssinn, ebenso verhält es sich mit den Rollen:

$$2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 2n$$

welche unter sich ebenfalls gleichen, aber den Rollen:

$$1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 2n - 1$$

entgegengesetzte Umdrehungen aufweisen. Dieselben Beziehungen gelten für die Kontaktzahl und die Drehungsrichtungen einer offenen einreihigen Reihe von n Rollen, wenn ihre Mittelachsenebenen eine polygonale Gestalt annehmen, wie sie Fig. 3 zeigt.

Fig. 4.

Fig. 5.

Bildet die polygonale Gestalt der Mittelachsenebenen von Rollen ein geschlossenes Prisma mit gleichen oder ungleichen Seiten, so hat man eine geschlossene einreihige Rollenreihe. Beträgt die Anzahl der Rollen einer solchen Reihe n, so ist ihre zugehörige Kontaktzahl ebenfalls n.

Bei der Betrachtung geschlossener Rollenreihensysteme sind zwei Fälle zu unterscheiden:

$$n = 2\,n_1 \quad .\;.\;.\;.\;.\; 1)$$

in diesem Falle ist die Anzahl der Rollen eine grade Zahl;

$$n = 2\,n_1 - 1 \quad .\;.\;.\;.\; 2)$$

dann ist die Rollenanzahl eine ungrade Zahl. Dementsprechend fallen auch die Drehungsergebnisse für beide Fälle verschieden aus. Fig. 4 sei ein geschlossenes, einreihiges Rollensystem, dessen Rollenanzahl eine grade Zahl ist. Es leuchtet ohne weiteres ein, wieviel Rollen in grader Zahl gegeneinander gelagert sein mögen, damit eine derartige Rollenreihe in Bezug auf ihre Drehungseffekte eine läufige oder ungehemmte ist. Dreht man die Rolle 1 an, so laufen alle Rollen gegeneinander und zwar jede in Bezug auf ihre benachbarten entgegengesetzt, in ungehemmter Bewegung.

Gerade der umgekehrte Fall tritt ein, wenn die Rollenzahl einer geschlossenen einreihigen Rollenreihe eine ungrade ist. So zeigt Fig. 5, dass die Rolle 1, in welche die drehende Energie eingeführt ist, mit der ihr benachbarten, das Polygon schliessenden Rolle 7 infolge der entgegengesetzten Energierichtung eine Hemmung erfährt.

Ein solches gehemmtes Rollensystem, worin die eingeleitete Energie nicht als kinetische bestehen kann, ist gebremst.

Verwendet man statt Rollen zu diesen Betrachtungen Kugeln, so erhält man in entsprechender Weise analoge Ergebnisse.

Mehrreihige Rollensysteme einer Schicht.

Ungehemmte tetragonale Anordnungen.

Werden mehrere Rollenreihen gegeneindaner in Berührung gebracht, so dass sie als Ganzes ein Quadrat bilden, so ist ihre Anzahl, die mit A bezeichnet sein möge:

$$A = n^2$$

die zugehörige Kontaktzahl, Kt genannt, ist:

$$Kt_{n^2} = 2\,n\,(n - 1)$$

Ein solches Rollensystem ist ein läufiges, ungehemmtes, weil die in irgendwelche Rolle eingeleitete Energie jedes einzelne Glied des gesamten Systems an der Drehung im Sinne der Pfeile (Fig. 6) teilnehmen lässt. Zu derselben Gattung von Rollensystemen gehört das Rechteck, dessen Rollenanzahl:

$$A = m\,n$$

ist, worin m die kleinere, n die grössere Seite bedeutet. Die zugehörige Kontaktzahl ist:

$$Kt_{mn} = m\,(n - 1) + n\,(m - 1).$$

Ein solches Rechteck stellt Fig. 7 dar.

Geradezu überraschende Ergebnisse findet man für den Drehungssinn der einzelnen Rollenelemente in Bezug auf ihre diagonale Lage zu einander, sowohl für das Rollenquadrat als auch für das Rollenrechteck.

Fig. 6.

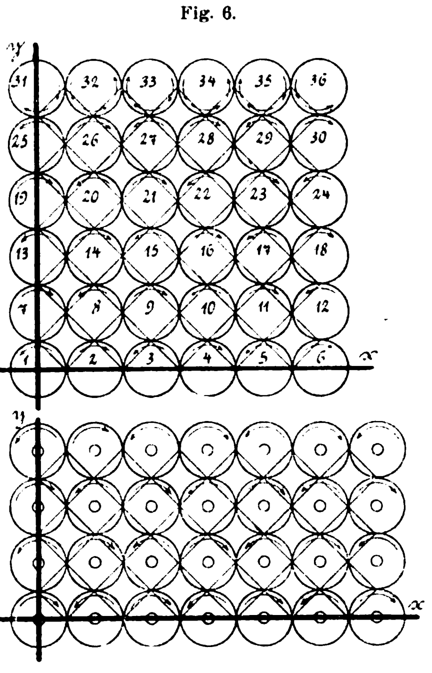


Fig. 7.

Es sei das Quadrat, Fig. 6, zur genauen Erläuterung herangezogen. In diesem Falle bestehe n^2 aus 36 Rollenelementen. So haben z. B. 1, 8, 15, 22, 29, 36 unter sich identischen Drehungssinn, dasselbe gilt von jeder nach der gleichen diagonalen Richtung liegenden Rollenreihe, jedoch ist zu beachten, dass die diagonal benachbarten Rollenreihen *abwechselnd* gleichen Drehungssinn haben. Bildet man zwischen den einzelnen diagonalen Rollenreihenzahlen die Differenz, so erhält man nach erläuterter Richtung stets die Zahl 7; allgemein erhält man für n Rollen $2\,n - 1$ diagonale Rollenreihen, deren jedes einzelne Glied um $n + 1$ verschieden ist.

Betrachtet man das Quadrat von der entgegengesetzten Seite und Richtung, so ergeben sich bei n^2 Rollen ebenfalls $2\,n - 1$ diagonale Rollenreihen, deren jedes einzelne Glied um $n - 1$ von einander unterschieden ist. Selbstverständlich lässt sich das letzte Glied u der längsten Rollenreihe, deren Gliederdifferenz $n + 1$ beträgt, allgemein darstellen durch die Gleichung:

$$u = 1 + (n - 1)\,(n + 1)$$

Die Summe aller dieser Rollenreihenglieder, welche mit S bezeichnet sein möge, gibt folgende allgemeine Formel:

$$S = n + \frac{(n - 1)\,n\,(n + 1)}{2}$$

Für die nach der entgegengesetzten diagonalen Richtung gelagerte längste Rollenreihe, deren Gliederdifferenz $n - 1$ ist, erhält man für das letzte Glied u_1 folgende allgemeine Gleichung:

$$u_1 = n + (n - 1)\,(n - 1)$$

oder vereinfacht:

$$u_1 = n^2 - n + 1$$

Die Summe sei mit S_1 bezeichnet, dann ergibt sich als allgemeine Gleichung:

$$S_1 = \frac{n^3 + n}{2}$$

Verschiebt man ein quadratisches Rollensystem, welches einen Rollenrhombus darstellt (s. Fig. 6), indem man die Winkelgrössen der Reihenlagen ändert, so bleiben die Kugelanzahl n^2, die Kontaktzahl $2\,n\,(n - 1)$ und die Drehungsrichtungen konstant, bis die Rhombuswinkel in die Grenzwerte 60° bezw. 120° übergehen; dasselbe gilt vom Rollenrechteck für die Anzahl, zugehörige Kontaktzahl und seine Drehungsrichtungen bis zu den Grenzwinkeln von 60° bezw. 120°. Verbindet man die Kontaktplätze der Rollen unter sich, so erhält man für beide Fälle tetragonale Gebilde. Im analogen Sinne ergeben sich für die Kugelanordnungen die entsprechend gleichen Ergebnisse.

(Schluss folgt.)

Eine Gelenkrohrverbindung in einer Hochdruckdampfleitung von 400 mm Durchmesser.

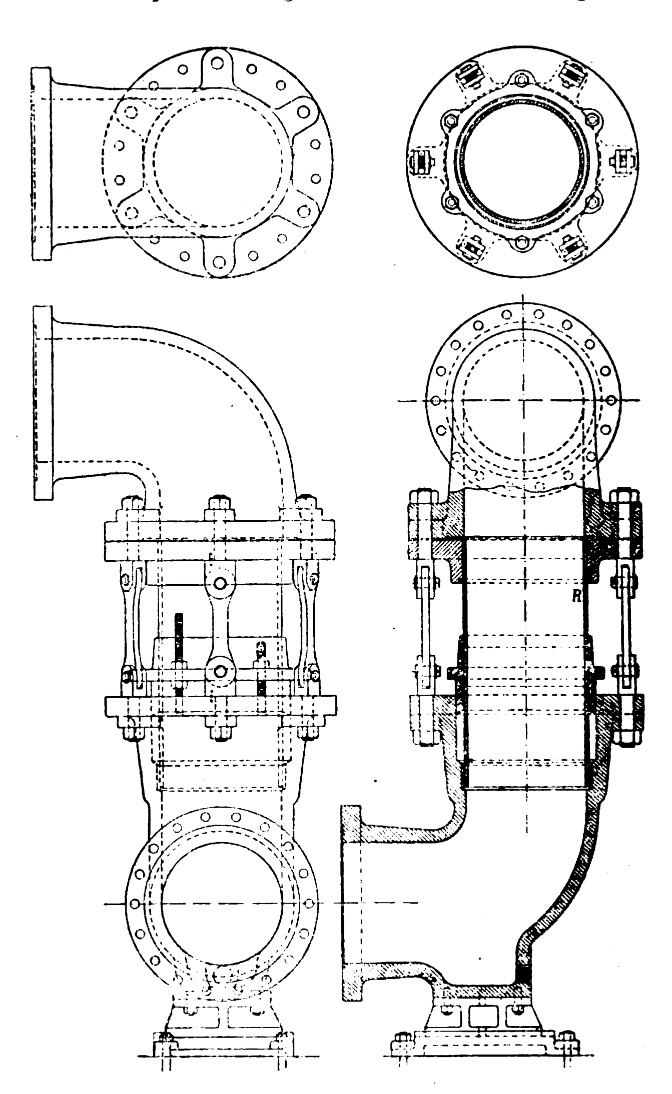
Es wäre verkehrt, heute noch ein Wort über die Wichtigkeit der Ausgleichvorrichtungen in Frischdampfleitungen zu verlieren, durch welche die infolge von Temperaturänderungen eintretenden Bewegungen der Leitung sicher aufgenommen werden, sodass ein Rohrbruch oder auch nur ein Undichtwerden der Flanschenverbindungen vermieden wird.

Genügen bei kleinem Leitungsdurchmesser und geringem Dampfdruck die allgemeinen bekannten, meist aus Kupfer oder anderem biegsamen Material hergestellten Knierohre, so ist man für grössere Leitungen schon seit langem zu Stoffbüchsenverbindungen oder sogenannten Gelenkrohren übergegangen. Während die ersteren den Vorzug grösserer Billigkeit und geringeren Raumbedarfs haben, ist es bei den letzteren konstruktiv leichter die in Richtung der Rohrachse auftretenden Schubkräfte aufzunehmen; aus diesem Grund verdienen bei ganz grossen Leitungen und hohen Spannungen die Gelenkrohrverbindungen unbedingt den Vorzug von allen anderen Ausgleichvorrichtungen, und wo irgend der Platz dazu vorhanden ist, sollte man sie trotz ihrer höheren Kosten in Anwendung bringen.

In nebenstehender Figur ist die Konstruktion einer solchen bei besonders schwierigen Verhältnissen dargestellt,[1]) welche dazu dienen sollte, die Enden zweier 16 zölligen, zu einander parallel liegenden Frischdampfleitungen zu verbinden, in denen Dampf von 11 bis $11^1/_2$ Atm. auf so weite Strecken fortgeleitet werden sollte, dass Verschiebungen der beiden Leitungen um mehrere Zoll eintreten konnten. Es ist ohne weiteres klar, dass hier federnde Rohre und dergleichen nicht ausgereicht hätten. Man wählte daher die dargestellte Anordnung, wobei die Figur so zu verstehen ist, dass sie nur etwa die Hälfte der Verbindung darstellt, die sich im ganzen aus zwei dem gezeichneten genau gleichen Teilen zusammensetzt. Man denke sich das Spiegelbild der äusseren Ansicht, in die beiden unteren Krümmer die zu verbindenden Leitungen einmündend, und die beiden oberen Krümmer durch ein Rohrstück von passender Länge verbunden, so hat man eine vollständige Darstellung der ganzen Anordnung. Ein sauber abgedrehtes und geglättetes Rohr *R* trägt an dem einen Ende einen Flansch und ist mit diesem fest gegen den oberen Krümmer verschraubt, gegen den unteren ist es durch eine Stopfbüchse abgedichtet. Sechs Zugstangen sorgen dafür, dass der Abstand zwischen den einander zugekehrten Flanschen des oberen und unteren Krümmers gewahrt bleibt, und nehmen die im Betriebe durch die Spannung des Dampfes hervorgerufene Kraft in Richtung der Achse des Stopfbüchsenrohres auf. Dadurch, dass sie gelenkig mit den Krümmerflanschen verbunden sind, ist eine Drehung des oberen Krümmers gegen den unteren ermöglicht. Dass dieses wichtigste Glied der ganzen Verbindung, die Zugstangen, die ja allein die grossen auftretenden Kräfte aufzunehmen haben, ohne Entfernung irgend welcher Teile während des Betriebes untersucht und seine dauernd gute Beschaffenheit festgestellt werden kann, ist ein bedeutender Vorzug der Konstruktion.

[1]) Nach Transactions of the American Society of Mechanical Engineers Vol. XXIII. p. 469.

Gegen die beiden unteren Krümmer sind Gleitschuhe geschraubt, die auf im Maschinenhause fest angebrachten Ankerplatten in Richtung der Hauptrohrachse sich verschieben können, gegen seitliche Bewegung aber durch Leisten an diesen Platten gehindert sind. Stopfbüchsenbrille und -Ring sind aus Komposition hergestellt und die Abmessungen sind



so gewählt, dass eine Metallpackung hätte verwendet werden können. Jedoch hat in dem fast dreijährigen Betriebe die zunächst eingebaute Liderung mit Asbestschnur zu irgend welchen Schwierigkeiten keinerlei Anlass gegeben, vollständige Dichtheit der Verbindung liess sich mühelos erreichen und aufrecht erhalten. *F. Mbg.*

Vierter Bericht über den V. Internationalen Kongress für angewandte Chemie.

Bergbau und Hüttenkunde.
Sektion IIIa.

In Sektion IIIa des Kongresses fand am letzten Tage eine interessante Verhandlung über Eisenportlandzement statt, die sich an einen Vortrag von *H. Passow* aus Hamburg über Hochofenschlacke und Portlandzement anschloss. Was zunächst den Vortrag selber anbetrifft, so wies der Redner darauf hin, dass bekanntlich in den letzten Jahren lebhafte Auseinandersetzungen zwischen dem Verein deutscher Portlandzementfabrikanten einerseits und den Herstellern sogenannten Eisenportlandzements andererseits stattgefunden hätten und ging dann auf eine Schilderung der Eigenschaften des Eisenportlandzements über. Er betonte, dass der Eisenportlandzement seiner Ansicht nach, sowie nach der Ansicht des Vereins deutscher Eisenportlandzementwerke tatsächlich nicht als ein *Gemisch* von Portlandzement mit anderen



Materialien, sondern als ein wirklicher Portlandzement anzusehen sei, da er seiner Hauptmenge nach aus gewöhnlichem Portlandzement bestehe, und ferner noch 30 v. H. eines anderen, kalkarmen Portlandzements enthalte. Dass nun aber dieser kalkarme Portlandzement in der Tat nichts weiter sei, als granulierte Hochofenschlacke, könne seiner Eigenschaft als derjenigen von wirklichem Portlandzement im übrigen keinen Abbruch tun. Auch ergebe die mechanische, chemische und mineralogische Prüfung, dass Portlandzement wie Eisenportlandzement im wesentlichen gleichwertig seien, ja, dass letzterer in vielen Fällen noch den Vorzug verdiene. Es sei durchaus verfehlt, wenn behauptet werde, dass man statt Hochofenschlacke dem Portlandzement eben so gut Sand zusetzen könne. Letzterer sei ein blosser Ballast, nämlich ein sich an dem Erhärtungsvorgang überhaupt nicht beteiligender Körper, während die granulierte Hochofenschlacke nach dem Erhärten mit den übrigen Bestandteilen des Zements ein einheitliches Ganzes bilde.

Demgegenüber bemerkte zunächst *F. Schott* aus Heidelberg, dass es gänzlich unrichtig sei, die granulierte Hochofenschlacke als kalkarmen Portlandzement zu bezeichnen. Dies sei ein für Laien berechnetes und zu geschäftlichen Zwecken erfundenes Schlagwort, entspreche indessen durchaus nicht den tatsächlichen Verhältnissen, da der Portlandzement einen ganz bestimmten Gehalt an Kalk aufweisen müsse und, wenn dies nicht mehr zutreffe, eben kein Portlandzement mehr vorliege. Es sei dies ebenso falsch, als wenn man Portlandzement als eine kalkreiche Hochofenschlacke bezeichnen wolle, während es doch unmöglich sei, in Hochöfen eine Schlacke von der Zusammensetzung eines wirklichen Portlandzements zu erzielen. Wenn wirklich unter Umständen mit sogenanntem Eisenportlandzement gute praktische Resultate erzielt worden seien, so läge dies daran, dass eben, wie bekannt, Zement überhaupt nur in den wenigsten Fällen rein verarbeitet werden dürfe, sondern mehr oder weniger starke Mengen an verschiedenen Zusätzen, z. B. an Sand, Trass oder auch an Hochofenschlacke erfordere. Diese Zumischungen beizufügen sei aber durchaus nur Sache des Baumeisters, der für jeden Verwendungszweck die Art und Menge der Zuschläge je nach den Verhältnissen verschieden bemessen müsse. Wolle man aber aus Bequemlichkeit durchaus schon fertig gemischten Zement von Fabriken beziehen, so sei es durchaus unzulässig, derartige Mischzemente als Portlandzement zu bezeichnen. In der Tat hätten die Eisenportlandzementwerke denn auch schon die ursprüngliche Bezeichnung Portlandzement fallen lassen müssen und statt dessen den Namen Eisenportlandzement gewählt. Indessen sei dieser Name noch zu weitgehend; er schlage den Namen *Eisenzement* vor, der ebensowenig wie Schlackenzement, Romanzement oder dergl. Anlass zu Missverständnissen geben könne.

In der weiteren Diskussion erwiderte *H. Passow*, dass er für den Augenblick nicht alle Einwände von *F. Schott* zu widerlegen im Stande sei, sich dieses jedoch für später vorbehalte. *E. Cramer* aus Berlin bemerkte, dass Portlandzement 7 bis 9 v. H. Wasser aufnehme, während Hochofenschlacke beim Erhärten bedeutend weniger Wasser zu binden vermöge.

W. Fresenius aus Wiesbaden wiederholte im Wesentlichen, was bereits in dem Berichte über seinen Vortrag in Sektion I gesagt ist, nämlich, dass Portlandzement ein chemisch wohl zu definierender Körper sei, und dass Mischungen dieses Körpers mit anderen Stoffen mit diesem unter keinen Umständen verwechselt werden dürften.

Es wurde ferner von einem Anhänger des Eisenportlandzements die Behauptung aufgestellt, dass die zur Eisenportlandzementfabrikation verwendete Schlacke durchaus von gleichmässiger Zusammensetzung sei, sodass die Eisenportlandzementwerke stets ein Produkt von genau gleicher Gesamtzusammensetzung liefern könnten. Dagegen bemerkte *F. Schott*, dass diese Annahme ein Irrtum sei, da die angeführten Zahlen für die Zusammensetzung der Hochofenschlacke zwar bei den einzelnen Werken ziemlich übereinstimmten, dass sie jedoch Jahresdurchschnitte darstellten und dass *innerhalb* eines Jahres sehr grosse Schwankungen vorkämen, die es unmöglich machten, stets ein einheitliches Produkt zu erzielen.

Die Auseinandersetzung würde sich noch lange hingezogen haben; jedoch erlaubte die kurze Zeit, die zur Verfügung stand, dies nicht. Ein Antrag auf Schluss der Verhandlung wurde deshalb vom Vorstande gestellt und von der Versammlung angenommen. *Dr. Gustav Rauter.*

Bücherschau.

Elektrotechnik in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von Dr. *G. Benischke.* Heft 1. Die Schutzvorrichtungen der Starkstromtechnik gegen atmosphärische Entladungen von Dr. *Gustav Benischke*, Oberingenieur. Heft 2. Der Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen von dem gleichen Verfasser. Braunschweig 1902. Friedr. Vieweg & Sohn.

Von dem unter dem Eingangs erwähnten Titel erscheinenden Sammelwerk, welches vornehmlich für Studierende an technischen Schulen und für Ingenieure bestimmt ist, die über einzelne Gebiete der Elektrotechnik unterrichtet werden wollen, sind bisher nur die beiden zur Besprechung gelangenden Hefte erschienen. In dem ersten Hefte, welches vornehmlich den Zweck verfolgt, allen jenen, die für bestimmte Anlagen Blitzschutzvorrichtungen installieren müssen, hierzu die nötige Anleitung zu geben, werden aus der grossen Zahl der bekannten Mittel nur die wichtigsten und bewährtesten, wie das neuere System von *Wirt*, das System *Wurts*, das System von *Keystone* und von *E. Thomson*, sowie die Hörnerblitzableiter von *Oelschläger*, *Müller* und *Benischke* hervorgehoben und eingehender beschrieben. Das Hauptgewicht wurde jedoch auf eine richtige Darstellung der in Betracht kommenden physikalischen und technischen Vorgänge gelegt. Im grossen und ganzen ist die Aufgabe, die sich Verfasser gestellt hat, in glänzender Weise gelöst, wozu nicht zum mindesten die elegante Darstellung beiträgt. Eine erschöpfende Behandlung des in Betracht kommenden Gebietes ist allerdings nicht zu erwarten, und wurde auch nicht beabsichtigt, doch ist die Auswahl des Stoffes so glücklich getroffen, das allen billigen Anforderungen Rechnung getragen ist. Zu bedauern ist, dass das in Italien mit bestem Erfolge in Anwendung stehende und auf eigenartigen Grundlagen aufgebaute System *Gola* keine Erwähnung gefunden hat.

Das zweite Heft des gleichen Verfassers behandelt hauptsächlich den Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen, in welche selbstverständlich auch die Mehrphasenstrommaschinen einreihen. Einleitend wird der Parallelbetrieb von Gleichstrommaschinen erläutert, um auf grund dessen die Bedingung für das Parallelschalten von Wechselstrommaschinen der verschiedenen Systeme aufzustellen. Nach Beschreibung des Verfahrens des Parallelschaltens gelangen die Störungen im Parallelbetrieb, der Einfluss des Ungleichförmigkeitsgrades der Antriebmaschine, das Pendeln und das Aussertrittfallen zur Behandlung und werden sodann die Mittel erläutert, um das Pendeln zu verhindern. Die Ursache dieser Störungen wird nicht mathematisch, sondern physikalisch erläutert, wodurch namentlich die Erscheinung des Pendelns dem Verständnisse näher gerückt wird. Im folgenden wird sodann an der Hand von klaren Diagrammen, der Einfluss der Spannungskurven bei parallel geschalteten Wechselstrommaschinen erläutert, um sodann auf die Schaltungen für den Parallelbetrieb dieser Maschinen, sowie die Einrichtungen zur Erkennung des Ganges der parallel zu schaltenden Maschinen überzugehen. Die Vorzüge der Darstellung, wie solche schon für das erste Heft hervorgehoben sind, kommen in diesem Werke in wenn möglich noch erhöhtem Masse zur Geltung und können diese beiden Hefte ohne Uebertreibung als Zierden der ernsten modernen elektrotechnischen Litteratur bezeichnet werden. Es kann sohin nur der Wunsch zum Ausdruck gelangen, dass sich auch die folgenden Hefte dieses Unternehmens den ersten würdig anreihen mögen. *A. P.*

Die Dampfmaschinen. II. Abteilung. Berechnung der Dampfmaschinen. Kurzgefasste Theorie der Wärme, der Gase und des Wasserdampfes. Theorie der Dampfmaschinen und Anleitung zur Berechnung derselben. Von *Jos. Kessler*, Ingenieur. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 34 Abbildungen und zahlreichen Rechnungsbeispielen. Hildburghausen, 1903. Otto Petzold.

Die 58 Seiten umfassende Schrift beschäftigt sich auf den ersten 20 Seiten mit dem Wichtigsten über die Wärme und insbesondere mit den Zustandsänderungen der Gase, wobei der Verfasser

von einer Herleitung der Arbeitsgleichung für die isothermische Expansion sowie der Gleichung für das *Poisson*sche Gesetz absieht. Der § 3, „Gesetze für den Wasserdampf", behandelt nur die Gleichungen für das spezifische Gewicht und das spezifische Volumen des Dampfes, die Verdampfung selbst wird nicht näher besprochen, auch nicht die Ueberhitzung; die anschauliche, graphische Behandlung mit Hilfe der Wärmeentropie-Diagramme wird vom Verfasser nicht benutzt. Bei der Dampfmaschinenberechnung wäre es am Platze gewesen, anzugeben, woher die Zahlenangaben entstammen über den Widerstand des abziehenden Dampfes, den Leergangswiderstand, die zusätzliche Reibung sowie über die Drosselungs- und Abkühlungsverluste; ein Hinweis auf *J. Hrabáks* Arbeiten und dessen bekanntes Buch über Dampfmaschinenberechnung fehlt. Vergebens wird der Leser und insbesondere der Schüler, für den die Schrift doch wohl in erster Linie verfasst sein mag, in derselben eine Erklärung danach suchen, worin der *wesentliche* Unterschied der Verbundmaschine von der Einzylindermaschine und der Nutzen der ersteren besteht. Die Abbildungen lassen in ihrer Ausführung zu wünschen übrig. *W. P.*

Les Dirigeables — Étude complète de la direçtion des ballons des tentatives réalisées et des projets nouveaux. Par *H. André*. Paris; polytech. Buchhdlg. Ch. Béranger, vorm. Baudry & Co.

Die technische Fachlitteratur Frankreichs hat sich in den letzten Jahren wieder mit besonderer Vorliebe und dankeswertem Eifer der Luftschiffahrtsfrage zugewendet und es sind hierbei, wie wir an dieser Stelle bereits wiederholt zu erhärten Gelegenheit fanden, ganz bedeutende und vorzügliche Arbeiten der Oeffentlichkeit zugeführt worden. Der sich auch als Konstrukteur und praktischer Aeronaut eines hervorragenden Rufes erfreuende Verfasser des vorliegenden Werkes hat sich nun den modernsten Teil des modernen Themas, nämlich lediglich die *Lenkbarkeit der Luftschiffe*, als Gegenstand gewählt und konnte demselben infolge dieser selbstauferlegten Einschränkung eine um so ausführlichere, reichere Behandlung zuwenden. Der erste Abschnitt des im ganzen zweiundzwanzig Druckbogen umfassenden, im Texte 98 treffliche Abbildungen und zahlreiche, wertvolle Nachweistafeln aufweisenden Buches beschäftigt sich mit der streng wissenschaftlichen Darlegung der Grundsätze für die freie Luftschiffahrt, für das Füllen und Lenken der Ballons und die erforderlichen Beobachtungsinstrumente. Die in diesen ersten, 64 Druckseiten ausfüllenden Teile hinterlegten allgemeinen Theorien sind im Wesentlichen auf den bekannten einschlägigen Arbeiten *Banet-Rivets* aufgebaut, aber selbstständig erweitert und vervollkommnet. Dasselbe gilt hinsichtlich des zweiten Abschnittes, dem 118 Druckseiten gewidmet sind und der die theoretische Seite der engeren Bedingungen für die Lenkbarkeit, nämlich die Widerstände der Luft — namentlich nach *Mareys* Studien, — deren Berechnung und Herabminderung, den Einfluss der Gestalt des Luftschiffes und endlich die Hilfsmittel zum Antrieb, zur Richtunggebung und zur Erhaltung der Gleichgewichtslage des Fahrzeuges behandelt. Der dritte und letzte Abschnitt umfasst 160 Druckseiten und führt alle bisherigen Versuche und Leistungen vor, welche hinsichtlich der Lenkbarkeit von Luftschiffen verzeichnet zu werden verdienen; hierbei ist durchaus der Standpunkt des höheren Interesses der Luftschiffahrt streng gewahrt und entgegen manchen ähnlichen französischen Arbeiten, das sportliche Interesse ganz in den Hintergrund gerückt worden. Auch im dritten Abschnitte sind bei allen einzelnen Versuchen oder Vorschlägen jene theoretischen und praktischen Ergebnisse, welche für die Luftschiffahrt im allgemeinen Wert besitzen, eingehend beachtet und die daraus hervorgehenden Folgerungen lichtvoll hervorgehoben. In einer kurzen Zusammenfassung gibt der Verfasser am Schlusse seiner in jeder Beziehung vornehmen, gediegenen Arbeit der Ueberzeugung Ausdruck, dass vorläufig kein Grund vorläge, sich den oft recht ausschweifenden Hoffnungen über eine ehestens zu gewärtigende, grossartige Entwicklung der Luftschiffahrt, insofern dieselbe mit der *Lenkbarkeit* der Fahrzeuge zusammenhängt, allzu zuversichtlich anzuschliessen, und wir glauben diese so gründlich und ernsthaft abgeleitete Ansicht *Andrés* zur Zeit ohne weiteres ebenfalls teilen zu müssen. *L. K.*

Dachpappe und Holzzement, Praktische Anleitung zur Herstellung der Dachpappen-, Holzzement- und Kiespappdächer und deren Materialen. Von *Stephan Mattar*. Wiesbaden 1902, P. Plaum.

In vorstehend genanntem Heftchen gibt der Vorsitzende des *Verbandes Deutscher Dachpappenfabrikanten* einige schätzenswerte Hinweise über Dachpappe und Holzzement, und macht namentlich auch darauf aufmerksam, dass sich der Ausführende nur dadurch vor Schaden schützen könne, wenn er, abgesehen von seiner eigenen gewissenhaften Arbeit, die benötigten Materialien auch von wirklich leistungsfähigen Stellen bezöge. Das Schriftchen ist seiner Herkunft und seinem Zwecke nach eine warme Empfehlung der beiden genannten Bedachungsarten. *Rauter.*

Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung von elektrischen Starkstromanlagen. (Sicherheitsvorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker). Im Auftrage des Verbandes deutscher Elektrotechniker herausgegeben von *Dr. C. L. Weber*, Kaiserl. Reg.-Rat. Vierte vermehrte und verbesserte Ausgabe. Berlin 1902. Julius Springer.

Wie schon der Titel besagt, werden hier Erläuterungen zu den vom Verbande deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Sicherheitsvorschriften gegeben. Es ist dies notwendig, weil die Vorschriften als solche kurz und bündig gefasst sein müssen und nicht alle vorkommenden Fälle im Einzelnen in Berücksichtigung ziehen können. Diesem Zwecke haben nun die vorliegenden Erläuterungen zu dienen und konnte für die Zusammenstellung derselben wohl keine geeignetere Persönlichkeit als der Verfasser gefunden werden, da er nicht nur den Gegenstand in der gründlichsten Weise beherrscht, sondern auch die besondere Gabe besitzt, das, was zum Ausdrucke gebracht werden soll, in der gediegensten Form und dabei einfach und leicht verständlich zum Ausdrucke zu bringen. Diese Erläuterungen sind für jedermann, welcher sich mit der Ausführung elektrischer Starkstromanlagen befasst, ein unumgänglich notwendiger Behelf, aus welchem in der Mehrzahl zweifelhafter Fälle zuverlässige Auskunft eingeholt werden kann. *A. P.*

Erddruck-Tabellen mit Erläuterungen über Erddruck und Verankerungen. Von Professor *Max Möller*. Leipzig 1902. S. Hirzel. 8°.

In allen Zweigen der Technik und der Industrie ist eine der Hauptbedingungen rasches Arbeiten. Nun nehmen aber gerade häufig wiederkehrende Berechnungen aller Art stets dem Arbeitenden sehr viel Zeit weg, abgesehen davon, dass immer die Gefahr vorhanden ist, dass diese Berechnungen durch die bei der Eile ihrer Anfertigung nicht immer zu vermeidenden Irrtümer nicht nur wertlos, sondern auch unter Umständen recht verhängnisvoll werden können. Aus diesem Grunde sind brauchbare und übersichtlich geordnete Tabellenwerke stets mit Freuden zu begrüssen, zumal wenn sie, wie das vorliegende kleine Buch nicht nur eine Sammlung von Zahlen geben, sondern auch die diesen zu Grunde liegenden Theorien darlegen. Das Buch von *Möller* gibt Werte des aktiven und passiven Erddruckes für verschiedene Bodenarten und Neigungen, wie auch für verschiedene Feuchtigkeits- und Wasserverhältnisse. Es lässt ausserdem noch eine Theorie der Verankerung folgen und behandelt hier namentlich auch die Beziehungen zwischen Ankerlänge und Gründungstiefe. Das Werkchen wird jedenfalls vielen Bautechnikern sehr willkommen sein. *Rauter.*

Der elektrische Betrieb von Fernschnellbahnen. Unter Benutzung eines vor der Technical Society of New York gehaltenen Vortrages von *Gustav W. Meyer*, E. E. Halle a. S., 1902. Wilhelm Knapp.

Namentlich mit den Parlamentsverhandlungen über das *Beer*sche Projekt der Manchester-Liverpooler einschienigen Schnellbahn und den epochemachenden Versuchen auf der Militärbahn *Berlin-Zossen* sind die Druckschriften über Fernschnellbahnen zu einer Art Hochflut angeschwollen, die neben manchem Wertvollen ebensoviel Minderwertiges zu Tage gefördert hat. Vorliegendenfalls bringt nun der Verfasser allerdings auch keine neuen Gesichtspunkte zur Geltung und ebensowenig erschliesst er neue Wege für die zukünftige Lösung der vorgelegten Frage, allein jede Zeile seiner Arbeit erweist, dass er sich über den Gegenstand gründlich unterrichtet hat und denselben nach allen Richtungen hin mit Ernst und Liebe durchgeprüft hat. Das 63 Druckseiten umfassende Schriftchen lässt an Klarheit und Uebersichtlichkeit nichts zu wünschen übrig; alle einschlägigen technischen Fragen werden vorgenommen und die verschiedenen wichtigeren Betriebsweisen auf Grund rechnungsmässiger Feststellungen hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile vorurteilsfrei einander entgegengehalten. Allerdings wird lediglich die technische und vorwiegend die elektrotechnische Seite des Gegenstandes in Behandlung gezogen und auf die staats- und volkswirtschaftliche Bedeutung der Fernschnellbahnen nicht eingegangen. Wie es gewöhnlich in den verwandten Schriften der Fall zu sein pflegt, ist leider auch vorliegend kein Versuch gemacht worden, das tatsächliche Bedürfnis von Fernschnellbahnen irgendwie näher zu begründen und nachzuweisen, sondern diese massgebende Vorfrage erscheint lediglich mit der überall als Ausgangspunkt benutzten Prämisse abgetan, dass die Dampfbahnen an der Grenze der erreichbaren Zuggeschwindigkeiten angelangt seien, und dass die Angelegenheit der Erhöhung dieser Geschwindigkeiten eine brennende sei. Und es wäre doch so wünschenswert über das bezügliche „*Wieso*" und „*Warum*" einmal etwas recht Einleuchtendes und Ueberzeugendes zu erfahren! *L. K.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 30. **Berlin, 25. Juli 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Kontinuierlicher Schachtzinkdestillierofen mit direkter Verarbeitung der Rückstände.

Von Dipl.-Ing. **Schmieder**, Hüttenmeister in Lipine, Oberschl.

Die meisten Mängel aller metallurgischen Prozesse weist bekanntlich der Zinkhüttenprozess auf. Der grösste Uebelstand bei diesem Prozess ist, dass er neben einem verhältnismässig hohen Verbrauch an Brennstoffen und sonstigen Materialien, namentlich an Muffeln, mit so grossen Metallverlusten arbeitet.

Zunächst ist hierfür der Umstand anzuführen, dass der Betrieb kein kontinuierlicher, sondern ein unterbrochener ist, und dass das zeitraubende Bearbeiten der Muffeldestillieröfen, das Auswechseln schadhafter Muffeln, das Einbringen der Beschickung mittels schmaler, wenig fassender Kellen in die Muffeln, das Herausräumen der nach der Destillation in den Muffeln zurückbleibenden Rückstände u. s. w. eine ungemein grosse Abkühlung der Muffeln und des ganzen Ofens verursacht. Durch diese nicht zu vermeidende Abkühlung bekommen die Muffeln Risse und werden unbrauchbar u. s. w. Ganz erhebliche Verluste entstehen ferner dadurch, dass in den Rückständen (Räumaschen), die auf die Halde gegeben werden und dem Gewichte nach mehr als die Hälfte (etwa 55 v. H.) der Beschickung (trockenes Erz einschl. Zünder) ausmachen, noch wenigstens 4 v. H. Zink enthalten sind. Es gibt somit eine Zinkhütte, die z. B. täglich 250 t Erze mit rund 125 t Reduktionsmaterial verarbeitet mit der davon fallenden etwa 200 t Räumasche rund 8 t Zink mit auf die Halde, also täglich einen Betrag von rund 2500 M. bei einem Zinkpreis von etwa 310 M. f. d. Tonne.

Weitere Zinkverluste entstehen dadurch, dass ein grosser Teil Zink von den Muffeln aufgenommen wird, dass ferner ein erheblicher Teil Zink durch die schadhaften Muffeln hindurch mit den Feuergasen in die Luft geht.

Diesen Verlusten reihen sich noch andere an, wie z. B. durch Verstäuben des Materials beim Füllen der Muffeln durch die schmalen Kellen u. s. w. An Vorschlägen und auch an Versuchen, günstigere Ergebnisse zu erzielen, hat es nicht gefehlt, man ist aber bisher noch zu keinem befriedigenden Erfolg gelangt.

Der Verfasser begegnet vorerwähnten Uebelständen durch einen ihm patentierten kontinuierlich zu betreibenden Schachtzinkdestillierofen mit direkter Verarbeitung der Räumaschen. (D. R.-P. 140554.)

Der Ofen besteht zunächst aus dem sogen. Kernschacht *D* (Fig. 1 u. 2), um dessen oberen Teil herum sich ein zweiter Schacht *S*, der Heizschacht, befindet, um diesen herum wieder schliesst sich das Raugemäuer *C* an. Unten um den Schacht *S* ist im Raugemäuer ein Ringkanal *G*, durch den die Feuergase zugeführt werden, unter dem Schacht *S* um den Kernschacht *D* herum ist ein Kanal *R* zur Zufuhr der Verbrennungsluft vorhanden. Ausserdem sind an dem oberen Schachtteil, der durch eine Gussglocke verschlossen ist, in verschiedenen Höhen um den Schacht herum im Raugemäuer Vorlagen *v*, die mit dem Kernschacht *D* mittels Röhren *B* verbunden sind, angebracht.

Der untere freistehende Teil ist zunächst an seiner tiefsten Stelle mit einem Schlackenloch *P* versehen, über diesem sind in den Oeffnungen *J* wassergekühlte Düsen zum Einblasen von Luft angebracht, wieder oberhalb in einer gewissen Entfernung sind Austrittsöffnungen *o*, welche in einen ringförmigen Sammelkanal *M* führen, vorhanden, zwischen dem oberen und unteren Schachtteil ist eine längere Zone gelassen.

Der Ofen besteht also aus einem oberen, von aussen geheizten, reduzierend wirkenden Teil und einem unteren freistehenden, oxydierend wirkenden Teil. Der Kernschacht ist, soweit die Reduktion bezweckt wird, aus stark gepressten Ringen bester Materialien (vielleicht Karborund) hergestellt, ebenso sind die Verbindungsrohre *B* aus bestem Material gepresst.

Der freistehende Schachtteil ist aus ff. Formsteinen gemauert, überall da, wo die Flamme zirkuliert, ist ff. Material verbraucht, nur das Raugemäuer ist aus gewöhnlichem Mauerwerk hergestellt.

Bei den Kernschachtringen sind die Stosskanten mit Rillen bezw. Riefen, wie Fig. 3, oder konisch hergestellt, wie Fig. 4 zeigt.

Der ganze obere Teil ist durch eiserne Bleche und Ringgut verankert, ebenso ist der untere freistehende Teil durch Verankerung gesichert. Das Raugemäuer wird am zweckmässigsten auf eiserne Säulen gestellt.

Die Bedienung, die Wirkungsweise und der Betrieb des Ofens ist folgender:

Das Beschickungsmaterial (Erze, Zünder, Koks u. s. w.) wird auf dem Gichtboden gattiert und bei *A* in den Gichttrichter gebracht und wird in bekannter Weise durch zeitweises Heben der Glocke in den Schacht *D*, welcher, wie oben erwähnt, von aussen geheizt wird, aufgegeben und geht nun langsam nach unten, zunächst Luft, Wasserdämpfe u. s. w. abgebend, und gelangt immer mehr an die heisseren Stellen, wird allmählich auf die Reduktionstemperatur gebracht; den erzeugten Zinkdämpfen mit *co* u. s. w. ist Gelegenheit gegeben durch in verschiedenen Höhen angebrachte Rohre *B* den Schacht bald verlassen zu können und das Zink wird in den Vorlagen, aus denen es von Zeit zu Zeit abgelassen wird, kondensiert, wie beim gewöhnlichen Muffelofen; aus den Vorlagen ausströmende Gase gehen durch senkrechte Kanäle *K* nach einem Sammelkanal *F*, aus diesem zur Esse, event. nachdem sie Flugstaubkammern passiert haben.

Die Beschickung gelangt nach und nach an die heissesten Stellen, da, wo den Feuergasen die Luft zugeführt wird, hier wird die Destillation beendet. Von hier geht nun die Räumasche weiter nach unten und kommt endlich vor die Formen bei *J*, durch welche Luft eingeblasen wird, um das noch in den Rückständen, meist an Schwefel gebundene Zink zu oxydieren und in der Hauptsache als Oxyd, vielleicht auch wegen der vorhandenen reduzierenden Stoffe als Metall zu gewinnen, neben schwefliger Säure, Kohlenoxyd u. s. w.

Diese Produkte werden bei *o* in den um den Schacht herumliegenden Kanal *M* geführt, aus demselben gelangen sie mittels Essenzuges durch Niederschlagskästen zur Ablagerung des Zinkoxydes ins Freie.

Die entzinkten Schlacken werden bei *P* abgezogen. Es ist empfehlenswert, die Luft, die durch die Düsen eingeblasen wird, als auch die Verbrennungsluft, in erhitztem Zustande zuzuführen.

Die Flamme tritt bei *b* an verchiedenen Stellen um den Schacht herum in den Schacht *S*, umspült den Kernschacht von allen Seiten und geht oben durch mehrere Oeffnungen *H* in einen Sammelkanal *N*, von hier aus zur Esse. Wie

Fig. 1.

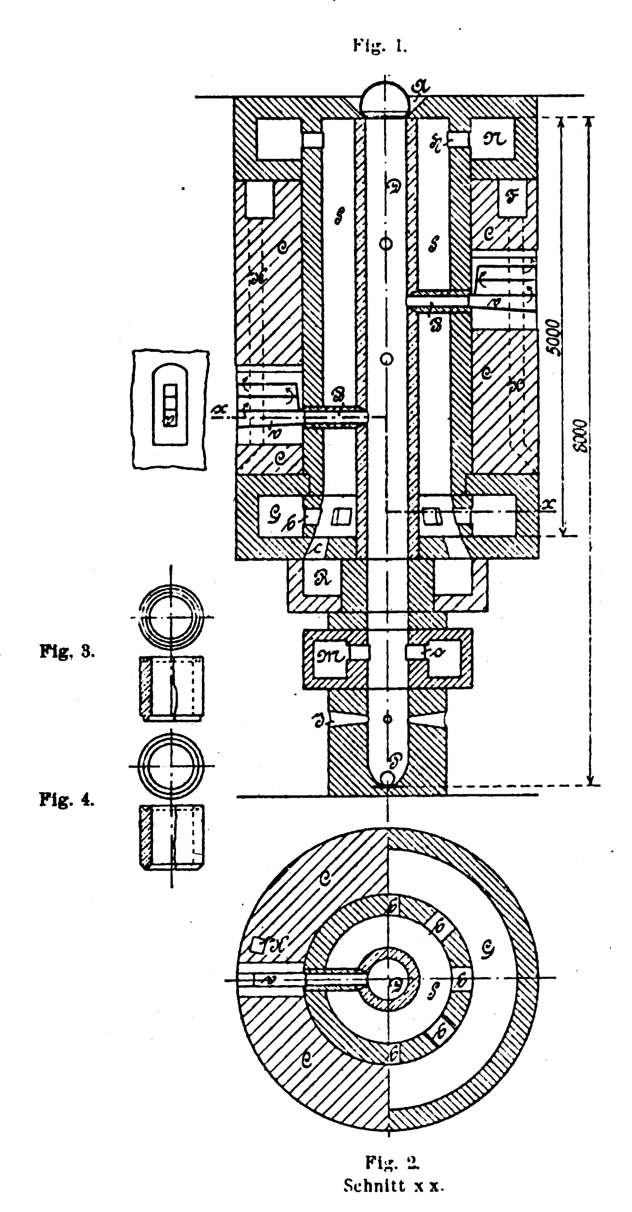


Fig. 2.
Schnitt x x.

bereits erwähnt, gehen in dem Kernschacht zwei verschiedene und entgegengesetzte Prozesse vor sich, einmal im oberen Teil der Destillationsprozess, ein Zinkreduktionsprozess, das andere Mal weiter unten vor den Düsen ein Oxydationsprozess; die trennende Schicht zwischen beiden Prozessen bildet die Beschickung selbst, die Räumasche.

Die Vorteile dieses Ofens liegen klar vor Augen und bestehen nicht allein im kontinuierlichen Betrieb und den damit zusammenhängenden Vorteilen und durch Beseitigung oben angeführter Nachteile der Muffelöfen, sondern auch darin, dass durch denselben das sonst bei den Muffelöfen in den Räumaschen zurückbleibende und verlorene Zink, wenn auch nur als Oxyd gewonnen wird. Ein weiterer Vorteil dieses Ofens besteht noch darin, dass bei weitem weniger Arbeitslöhne nötig sind, weil der Ofen augenscheinlich weniger Arbeitskräfte zur Bedienung erfordert.

Einige Einwände, welche in bezug auf den Betrieb und die Einrichtung des Ofens gemacht werden können, sollen noch eingeführt werden: Erstens könnte hervorgehoben werden, dass die Reduktionswärme wegen zu grosser Stärke des Kernschachtes nicht erreicht würde; demgegenüber ist hervorzuheben, dass die Materialien von den kalten Stellen des Ofens nach den heisseren hin allmählich gelangen und sich erwärmen, und dass hier nie eine Abkühlung erfolgt, wie beim Muffelofen, wo durch das Räumen, Einbringen der *kalten* Beschickung in die Muffeln, Wechseln von Muffeln, eine ungemein grosse Abkühlung erfolgt, welcher Wärmeverlust wieder ersetzt werden muss und wodurch beim Muffelofen mindestens 5 Stunden der Destillationszeit verloren gehen.

Ein zweiter Einwand wäre, dass kein Metall, sondern Oxyd erzeugt und erhalten würde, wie dies schon durch früher angestellte Versuche in ähnlichen Apparaten der Fall gewesen, wird dadurch hinfällig, dass in verschiedenen Höhen Vorlagen angebracht sind, um den erzeugten Zinkdämpfen sofort Austritt aus dem Reduktionsschacht, wie bei der Muffel, zu gestatten. Die Zinkdämpfe kommen demnach nicht mehr mit im frisch aufgegebenen Beschickungsmaterial vorhandenen Wasser-, Luft- und Kohlensäuremengen, die eine Oxydation des eben erzeugten Zinkdampfes verursachen, in Berührung. Was bei vorliegendem Ofen in den obersten Regionen des Ofens stattfindet, nämlich das Austreiben von Luft, Wasser, Kohlensäure usw. aus der Beschickung, das geht beim Muffelofen vor Beginn der Destillation vor sich.

Weiter könnten Bedenken in bezug auf die Dichtigkeit des Kernschachtes entstehen; eine sehr gute und vollkommene Dichtung wird auch durch das Ineinanderfügen der Ringe (Fig. 3 u 4) erzielt; sollte sich aber dennoch irgend eine Undichtigkeit zeigen, so würde dieselbe von durchgehenden Gasen und Dämpfen in kurzer Zeit völlig gehoben, wie dies auch bei den Muffeln der Fall ist, besonders da, wo die Muffel dicker ist, was täglich beobachtet werden kann und was jedem Zinkhüttenmann bekannt ist.

Ein vierter Einwand wäre, dass durch das Einblasen von Luft durch die Düsen ein Teil derselben, wie beim Hochofen, an den Wänden hochgehen und in den Destillationsofen gelangen könnte; dies ist aber gänzlich ausgeschlossen, wenn man bedenkt, welch hohe Temperatur (weit über 1000° C.) die brennende Räumascheschicht hat, welche durch ihren Kohlenstoffüberschuss sofort den Sauerstoff binden muss, und ausserdem müsste der nach oben gehende Wind die Oeffnungen *o*, bei denen schwach saugende Wirkung vorhanden ist, passieren.

In hygienischer Beziehung bietet vorliegender Ofen dem Muffelofen gegenüber gleichfalls ganz erhebliche Vorteile. Es sind da namentlich zwei Punkte hervorzuheben:

Erstens fällt das langwierige, viel Staub verursachende Beschicken der Muffeln durch die wenig fassenden Kellen fort, zweitens aber unterbleibt das nach der Destillation beim Muffelofen notwendige Herausräumen der Rückstände aus den Muffeln, durch welches eine Unmenge höchst gesundheitsschädlicher Gase und Dämpfe entstehen, indem durch Zutritt von Luft zu den glühendheissen Massen sich Oxyde des Schwefels, Zinkes pp. bilden, die trotz der kostspieligsten und besten Abzugsvorrichtungen doch noch zum Teil in den Arbeitsraum gelangen und eingeatmet werden.

Ueber Zentral- und Oberflächenkondensatoren.

Von **Georg W. Koehler**, Regierungsbaumeister in Ludwigshafen a/Rh.

(Schluss von S. 454 d. Bd.)

Die Vergrösserung der wirksamen Kondensatoroberfläche bedingt meist eine Vermehrung der Kühlrohre, welche manche Nachteile im Gefolge hat. Die inneren Rohre des Bündels lassen sich, was für den guten Wirkungsgrad der Vorrichtung sehr wichtig ist, nur schlecht von Verunreinigungen säubern, weil im Betriebe der Wasserraum des Kondensators nach aussen hin ganz unzugänglich bleibt, es ist also unmöglich, die Rohre zu durchstossen. Derartige Mängel bestehen aber nicht bei *offenen Bündelkondensatoren*, wo statt des Dampfes das Wasser die Kühlrohre umspült. Diese werden durch Einwalzen ihrer Enden in flache Sammelkästen zu mehreren Röhrensystemen vereinigt, welche hinter-, neben- oder übereinander in offenen Wasserbecken liegen; vergl. Fig. 7 (Steinkohlengrube „*Vereinsglück*" bei Zwickau) und Fig. 8 (Zeche „*Windahlsbank*" bei Annen in Westfalen). Die Vorzüge dieser Kondensatorart sind hauptsächlich in der vortrefflichen Zugänglichkeit ihrer Kühlrohre zu suchen, welche sie sogar bei sehr schlammigem Wasser anwendbar erscheinen lässt. Mittels Rohrbesens oder Rohrbürste kann man jederzeit während des Betriebes die Aussenfläche der Rohre reinigen; sollte sich eine innerliche Säuberung notwendig zeigen, so ist es möglich, zu diesem Behufe einige Rohrbündel auszuschalten und währenddessen mit dem Rest derselben die Dampfniederschlagung fortzusetzen. Durch den Zusammenbau mehrerer solcher Elemente erhält man gewissermassen eine „Kondensatorbatterie", in welcher der Kreislauf des in der Kesselbatterie erzeugten Dampfes sein Ende findet. Das in den Kühlrohren gebildete Wasser wird mittels der Kondensatpumpe in einen Behälter gefördert, aus welchem die Speisepumpen saugen. Die zur Fig. 8 gehörige Maschinenanlage ist in Fig. 9 dargestellt. Hinter dem Dampfzylinder erblickt man in gleicher Achse die Luftpumpe mit Schiebersteuerung und Druckausgleich „System *Burckhardt & Weiss*", vom Schwungrade aus wird durch einen Riemen die Kühlwasserpumpe (hier eine Schleuderpumpe) angetrieben; die Kondensatpumpe ist, da ihr das Wasser mit Gefälle zufliessen muss, in einer Vertiefung des Maschinensockels untergebracht, zu ihr geht der Riemen auf der kleinen Scheibe neben dem Schwungrade; mit dem Kolben der Kondensatpumpe ist ein zweiter Tauchkolben geringeren Durchmessers verbunden, der das Oelwasser aus dem Dampfentöler (in Fig. 7 und 8 der quere kesselförmige Behälter) entfernt.

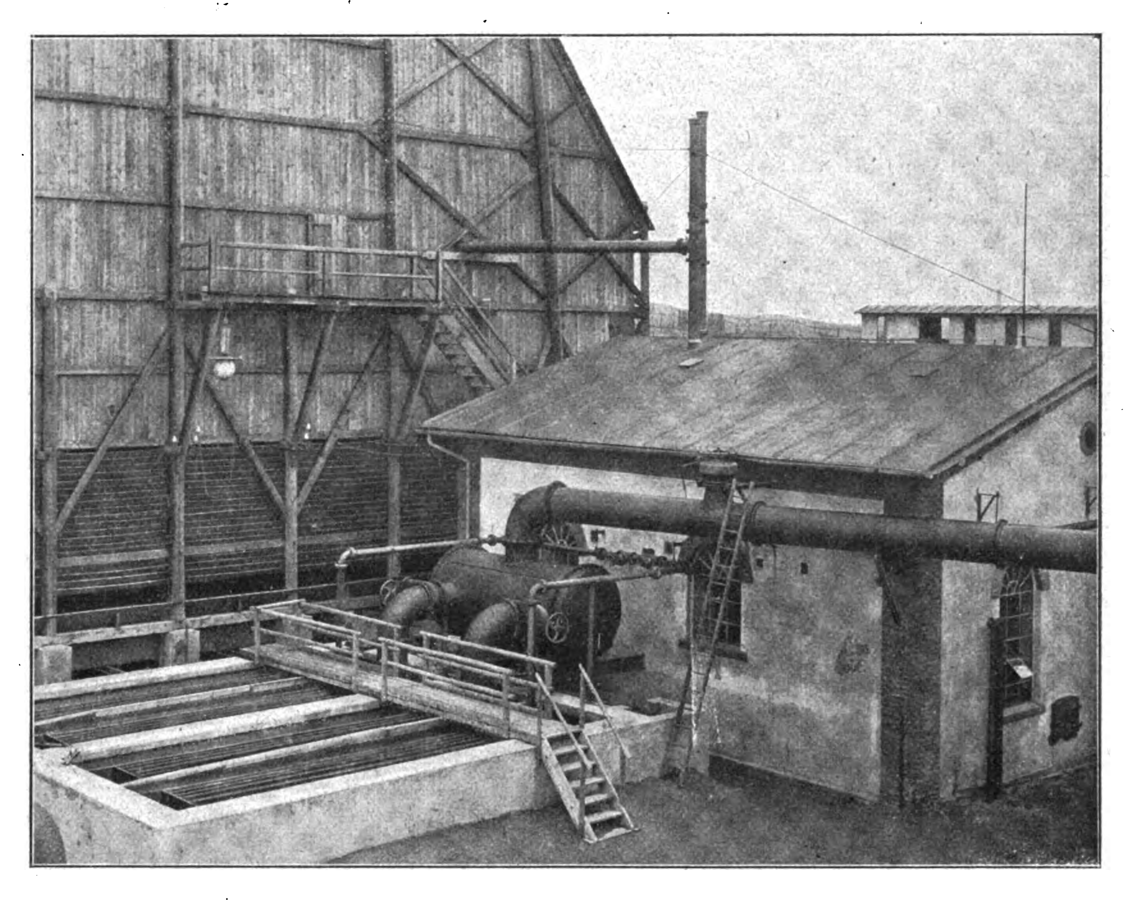


Fig. 7.
Offener Bündelkondensator auf Steinkohlengrube „Vereinsglück".

Das aus den Maschinen mitgerissene Oel wird entweder, da es unrein ist, zu Nebenzwecken benutzt (Schmierung von Seilen, Wagenachsen u. dergl.) oder durch Salz gefiltert und darf dann wieder in die Zylinder gebracht werden.

Die Oberflächenkondensatoren mit offenen Röhrenbündeln zeichnen sich wegen ihres bedeutenden Wasserinhaltes durch die Grösse ihres Kühlvorrates aus und sind dieserhalb für Anlagen mit sehr veränderlichen Abdampfmengen bestens am Platze, sie erfordern aber eine ganz beträchtliche Grundfläche. Besonders auf älteren Hüttenwerken, wie allenthalben bei teuerem Baugrunde, ist man gezwungen, den vorhandenen Raum so weit als möglich auszunutzen; überall, wo man sich in dieser Hinsicht Einschränkungen auferlegen muss und aus den oben bereits erörterten Gründen nur die Errichtung eines Oberflächenkondensators vorsehen darf, wendet man statt des Bündelkondensators eine andere Bauart an: den *Röhrenkondensator mit senkrechter Achse.* Fig. 10 zeigt ein Beispiel für diese Konstruktion in der Ansicht (*Emscher Schächte* des Kölner Bergwerksvereins bei Altenessen), Fig. 11 dasselbe im Querschnitt.

Kühlwasser und Abdampf durchlaufen den Kondensator im Gegenstrom, wobei der Abdampf die Röhren umspült, Geschwindigkeit sehr verlangsamt, hier etwaige Verunreinigungen ausfallen lässt und nachher in der rechten Röhren-

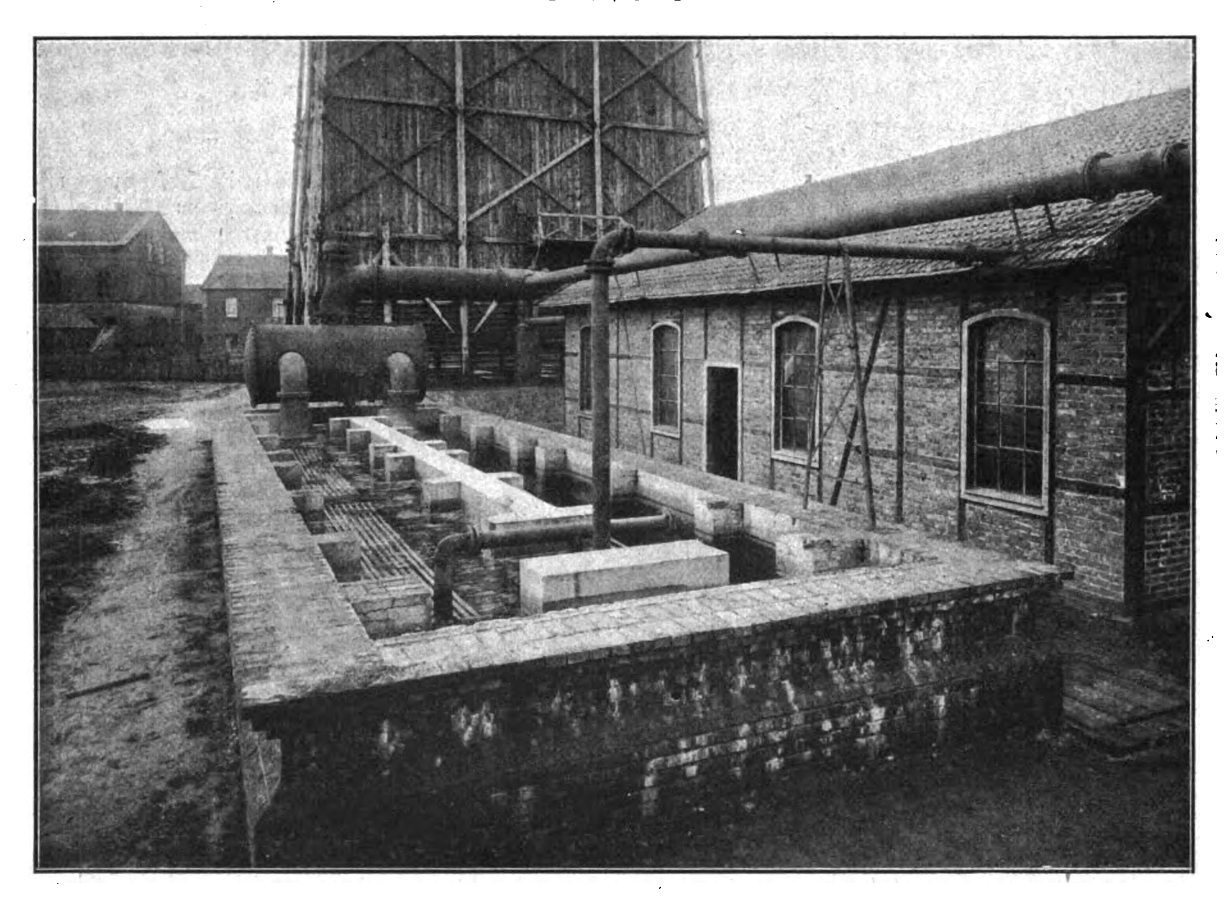


Fig. 8
Offener Bündelkondensator auf Zeche „Windahlsbank".

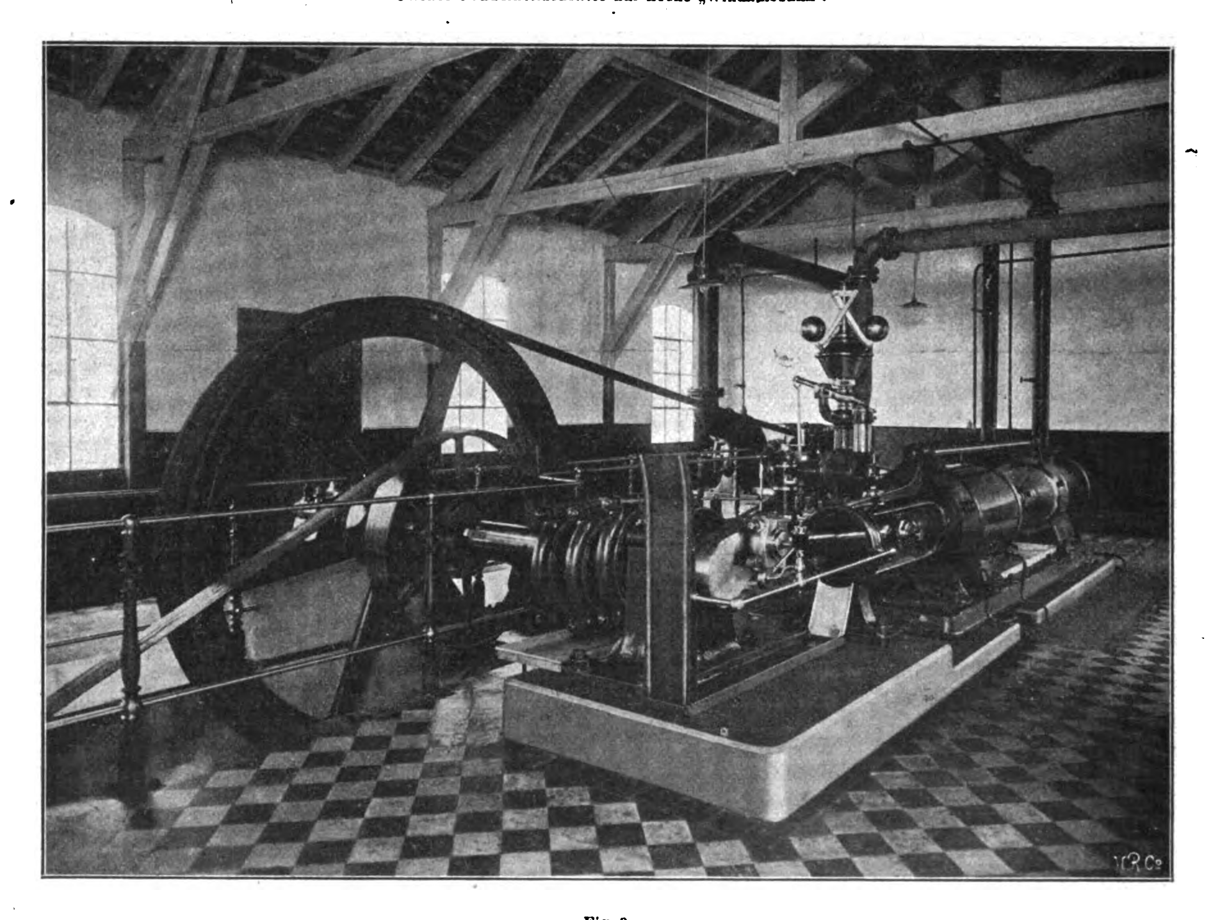


Fig. 9.
Maschinenanlage auf Zeche „Windahlsbank".

während jenes die linke Hälfte derselben in abwärtiger Richtung durchfliesst, dann im Unterteil des Kessels seine hälfte aufwärts steigt. Der zylindrische Aufsatz des Kondensators ist durch eine Blechwand in zwei Teile zerlegt; in

dem linken hebt die Zirkulationspumpe das Kaltwasser aus dem Sammelbecken des Kaminkühlers, aus dem rechten fliesst das Warmwasser in die Verteilungsrinnen über dem Gradierwerk. Der Kondensator wird oben *nicht* geschlossen, sondern

Fig. 10. Röhrenkondensator mit senkrechter Achse.

braucht höchstens gegen Verstaubung durch einen leichten Deckel geschützt zu werden; man ist stets während des Betriebes in der Lage, mit Hilfe einer Stangenbürste das Innere der Rohre zu reinigen und den Schlammansatz in den Unterteil des Kondensators niederzustossen, an dessen tiefster Stelle die Ausscheidungen leicht abgelassen werden können. Diese wertvolle Eigenschaft hat dem *stehenden* Röhrenkondensator in allen denjenigen Fällen eine ausgedehnte Verbreitung verschafft, wo infolge schlammhaltigen Kühlwassers der Anwendung eines *liegenden* Röhrenkondensators mit geschlossenem Wasserraum Hindernisse im Wege standen.

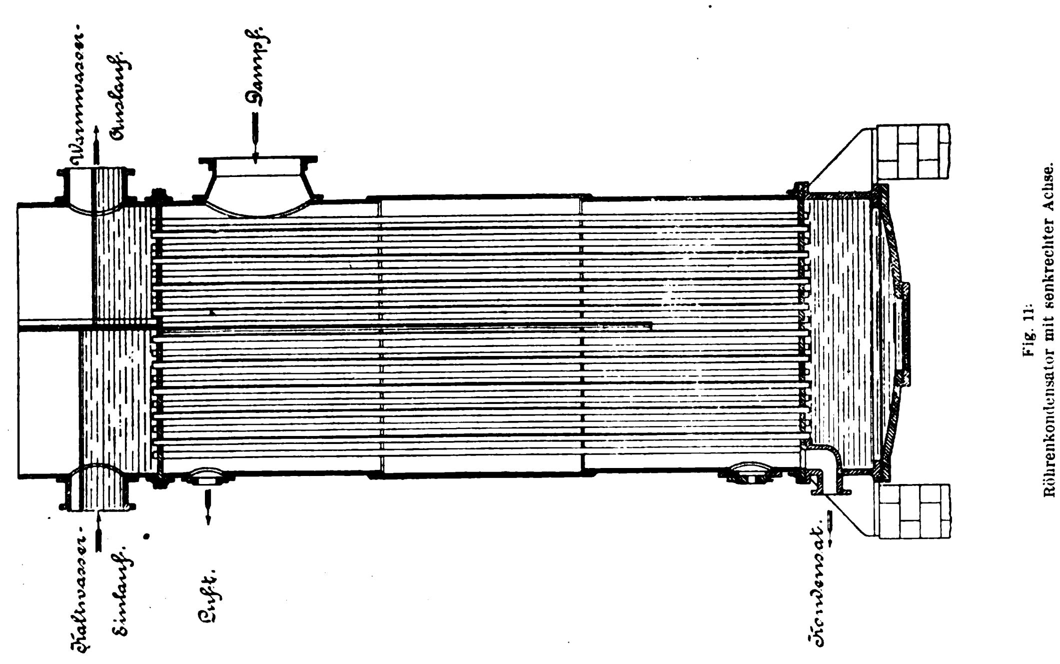


Fig. 11. Röhrenkondensator mit senkrechter Achse.

Der in Fig. 10 links oben ersichtliche kleinere Behälter stellt einen Dampfentöler dar, dessen Einrichtung aus Fig. 1 S. 451 deutlich hervorgeht. Auf die kurze Leitung zwischen dem Oelabscheider und dem Kondensator ist ein *Vakuumsicherheitsventil* (Fig. 12) geschraubt, dessen Zweck darauf beruht, zu verhüten, dass in der Vakuumleitung durch irgend welche Zufälle ein Ueberdruck des Dampfes entsteht. In dem Gehäuse ist eine Ventilscheibe mit Lederdichtungsring angeordnet, deren Eigengewicht durch einen Gegenhebel ausgeglichen wird; im normalen Betrieb hält der Atmosphärendruck die Vorrichtung geschlossen, sobald aber in der Leitung eine Dampfstauung eintritt, öffnet sich das Ventil selbsttätig und setzt dadurch die Leitung mit der Aussenluft in Verbindung.

Den Vorteil einer fast noch bequemeren Reinigung als *Röhren-* und *Bündel*kondensatoren besitzen die *Rieselkondensatoren*, bei denen das Kühlwasser in feinem Schleier über

die mit Dampf gefüllten *Schlangenrohre* (Fig. 13: Schlachthof Berlin und Fig. 14: zugehörige Maschinenanlage daselbst) oder *Kühlplatten* (Fig. 15: *Berlepschschacht* der Königlichen Berginspektion Stassfurt) niederfliesst. Bei solchen Kondensatoren geschieht die Säuberung der Kühlfläche durch einfaches Abbürsten oder Abspritzen mittels kräftigen Wasserstrahls. Die Wirkung der Rieselkondensatoren ist eine recht energische, da ihrer Oberfläche (somit auch dem Abdampf) auf zwei Wegen Wärme entzogen wird, nämlich einmal durch die unmittelbare Wasserkühlung und zweitens durch die Wasserverdunstung; der Wasserbedarf stellt sich verhältnismässig gering. Diesen Vorzügen steht indess der Nachteil einer ziemlich geringen Kühlreserve gegenüber, so dass in Wirklichkeit diese Bauart der Rieselkondensatoren nur für Betriebe mit gleichmässiger Dampfabgabe in Frage kommt.

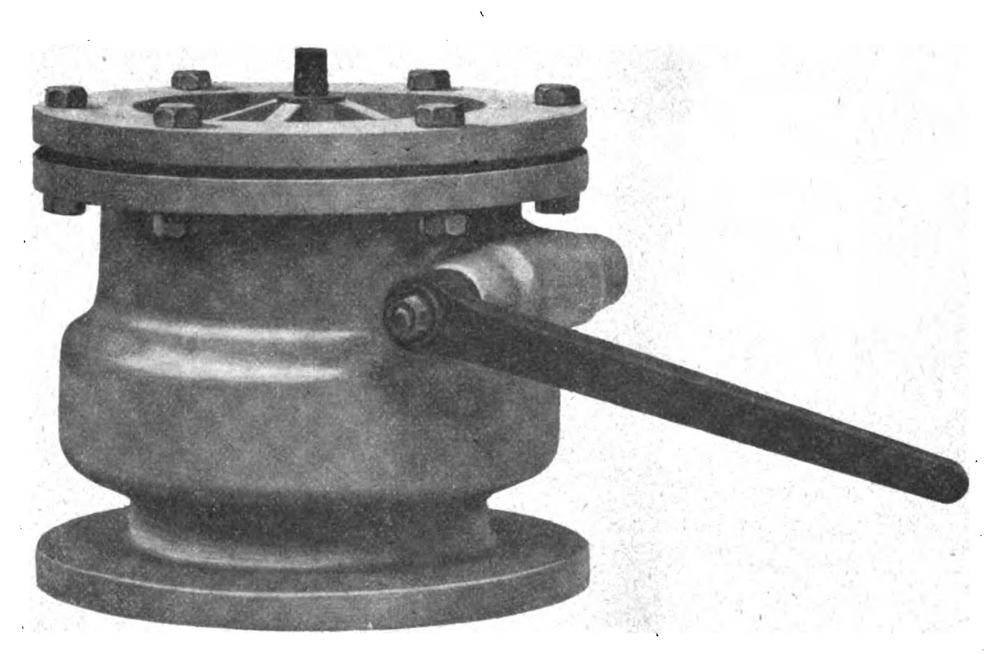


Fig. 12.
Vakuumsicherheitsventil.

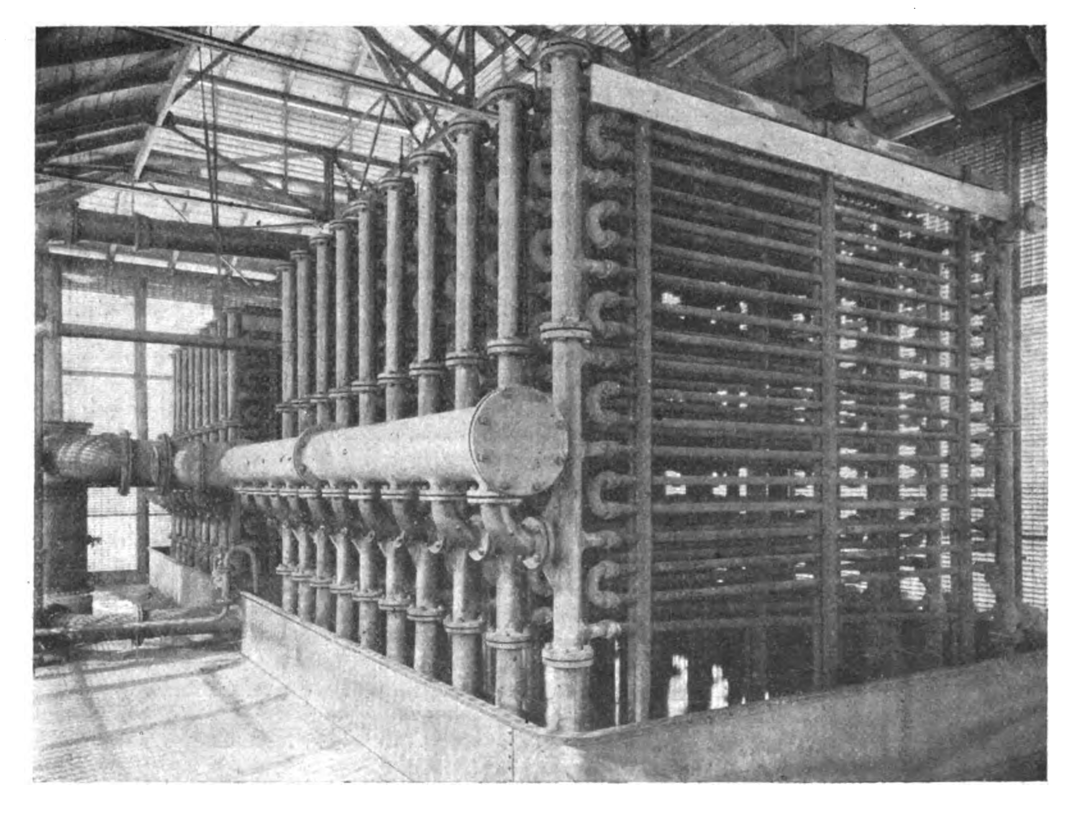


Fig. 13.
Rieselkondensator mit Schlangenrohren, Schlachthof Berlin.

Wohl nicht mit Unrecht kann man die Rieselkondensatoren als eine Vereinigung von Röhrenkondensator mit Gradierwerk bezeichnen; denn das Wasser, welches an ihren Oberflächen abwärts rinnt, kühlt sich bereits während des Niederganges durch die Berührung mit der Luft und wird zum Teil sogar durch seine eigene Verdunstung gekühlt. Die Temperatur, mit welcher das Wasser im Sammelbecken unter dem Kondensator anlangt, ist stets so hoch, dass man es nicht gleich wieder in die Verteilungsrinne über demselben pumpen kann, sondern ihm unter allen Umständen vor der weiteren Verwendung in *Gradierwerken* oder in *Kühlwerken* seine Wärme entziehen muss, indem man es in Gestalt eines künstlichen Regens der Luftströmung aussetzt. Die Grundbedingungen einer vorteilhaften Rückkühlung des Warmwassers bestehen nun darin, dass man es erstens in kleinste Tropfen oder Fäden zerteilt, zweitens seine Fallzeit, daher auch die Kühldauer, möglichst vergrössert und drittens ihm einen recht lebhaften Strom kalter Luft entgegenschickt.

Gradierwerke mit Latteneinbau (Fig. 16: Königliche Armeekonservenfabrik in Mainz) oder mit *Reisigeinbau* genügen zwar den beiden ersten Anforderungen recht gut, entsprechen aber der dritten nur in bescheidenem Masse. Ein Vorteil derartiger Kühlanlagen ist ihre äusserst billige

Herstellung, als Nachteil jedoch empfindet man es oft, dass die Wirkung allzusehr von der Richtung des Windes abhängt und durch Bäume, Gebäude u. dergl. geschädigt wird, ausserdem bildet ihr Dunst manchmal eine Belästigung der Nachbarschaft — Mängel, welche von den *Kaminkühlern* mit natürlichem oder künstlichem Zuge durchaus vermieden werden.

Als Muster eines normalen Kaminkühlers kann der in Fig. 17 dargestellte dienen, welcher auf dem Steinkohlenbergwerk „*Louise-Tiefbau*“ bei Annen in Westfalen im Betriebe ist. Ein wegen der grossen Flächen, die dem Winddruck ausgesetzt sind, sehr kräftiges Gerüst aus Rundhölzern oder Balken bildet das Gerippe dieses Kühlers. Die Schalung besteht aus gehobelten und sauber mit Nute und Feder ineinander gefügten Brettern. Im unteren Teile des Turmes ist das Gradierwerk aufgestellt, durch welches das

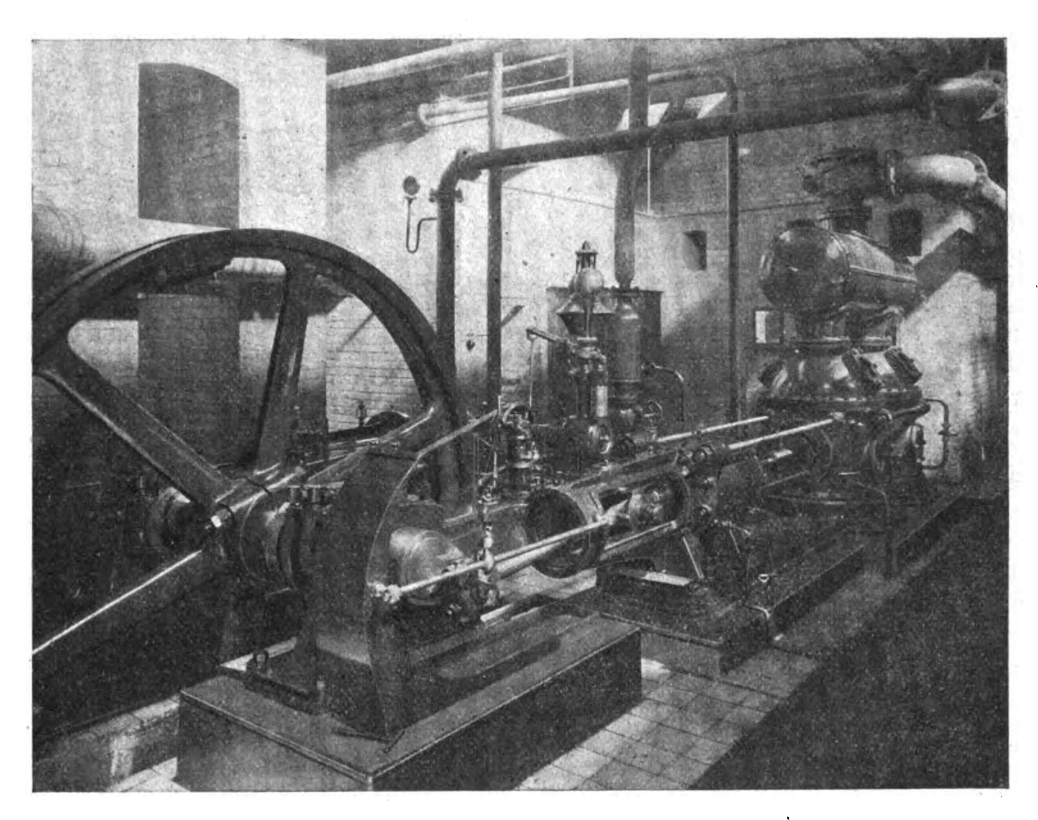


Fig. 14
Maschinenanlage, Schlachthof Berlin.

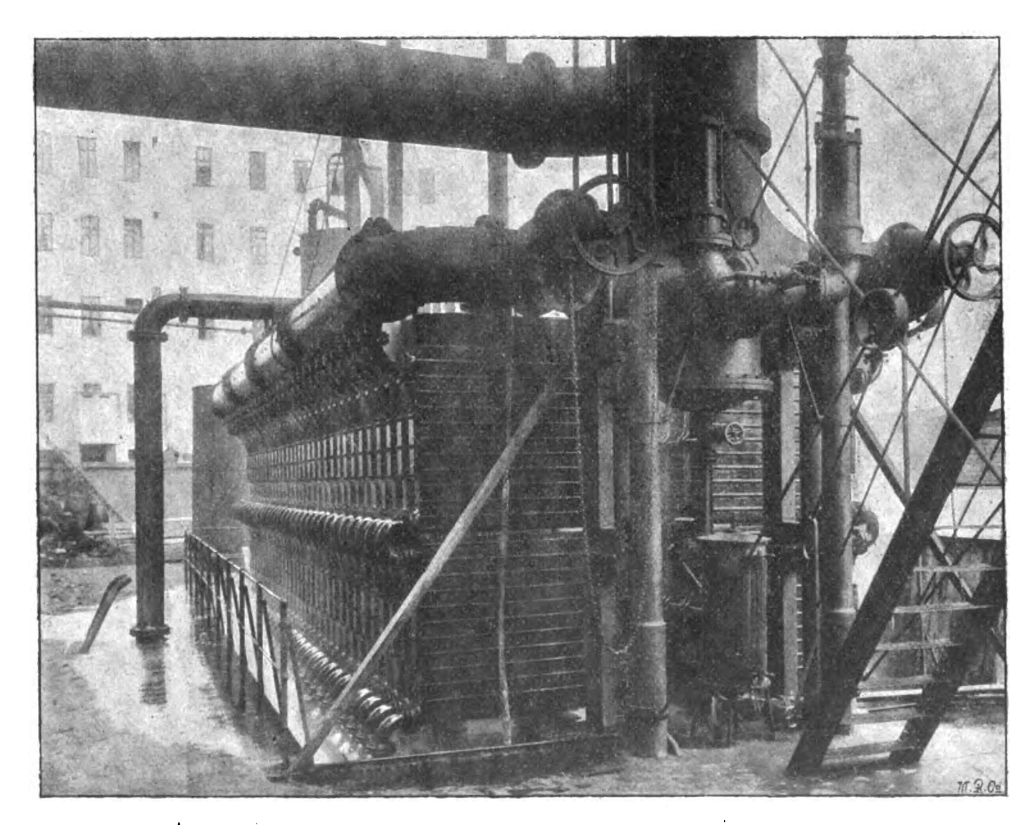


Fig. 15.
Rieselkondensator mit Kühlplatten, Berlepschschacht.

Warmwasser aus den darüber befindlichen Verteilungströgen niedertropft; die Füllung des Gradierwerkes kann in verschiedenster Weise erfolgen, Reisig, Holzlatten, Siebbleche, Rieseltücher und andere Mittel sind vielfach zur Anwendung gekommen. Die Luft tritt unten in den Kühler ein, steigt in demselben aufwärts (also wird auch hier das Gegenstromprinzip verwirklicht) und entweicht dem Kamin gemeinsam mit den Schwaden des Wassers. Im Sockel der Anlage ist meist ein geräumiges Sammelbecken ausgespart, dorther saugt dann die Kühlwasserpumpe. Die äussere Gestalt solcher Kaminkühler kann völlig dem Charakter ihrer Umgebung angepasst werden. Auf Hütten und anderen Werken des Grossgewerbes vermeidet man gerne unnötigen Luxus, im Innern von Städten hingegen wird den Kaminkühlern oft mittels eines sauberen Balkengerüstes, durch Simse usw. ein geschmackvolles Aussehen verliehen.

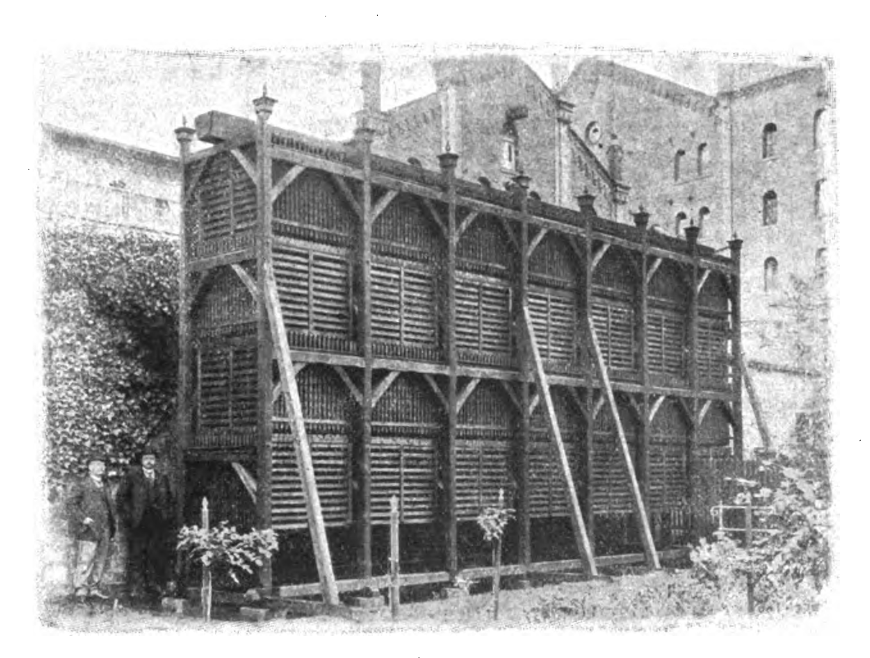


Fig. 16.
Gradierwerk mit Latteneinbau.

Es ist ein alter Erfahrungssatz, dass mit der Höhe eines Kamins seine Zugwirkung wächst. In der Absicht, die Bauhöhe von Kaminkühlern wenigstens um einige Meter zu verringern und die Hebungsarbeit für das Kühlwasser zu ermässigen, hat man sie bisher soweit in eine Grube eingebaut, dass fast das ganze Gradierwerk unterhalb der Erdoberfläche blieb. Dieser Bauart (*Unterflurkühler*) haftet der Nachteil einer ungünstigen Wasserkühlung an, da der freie Luftzutritt selbst bei stark geböschter Grube behindert ist und so die Zugkraft des Kamins schädigt. Andererseits aber hat man auch nach dem Vorbilde von *Klein* durch den Einbau von Ventilatoren in den Fuss des Kamins die Kühlluft unter Pressung durch das Gradierwerk geblasen und in dieser Weise, wie es Fig. 18 veranschaulicht (*Ventilatorkühler* der *Klein Engineering Co. Ltd.*, Manchester), auf der denkbar kleinsten Grundfläche eine höchst leistungsfähige Kühlanlage errichtet.

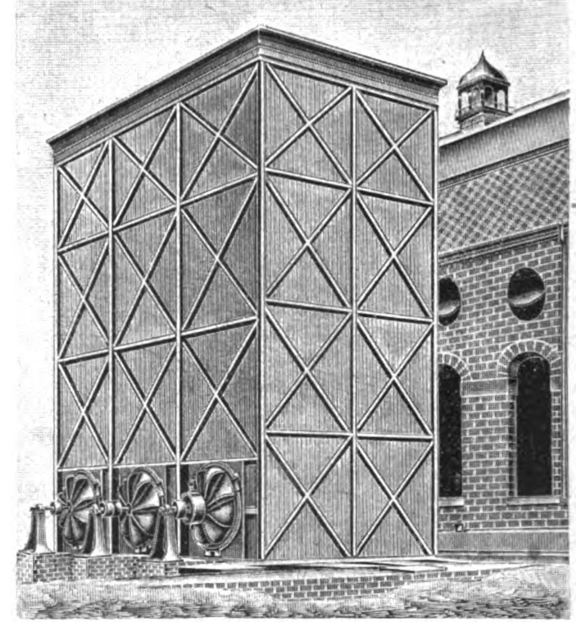


Fig. 18.
Kaminkühler mit Ventilatoren.

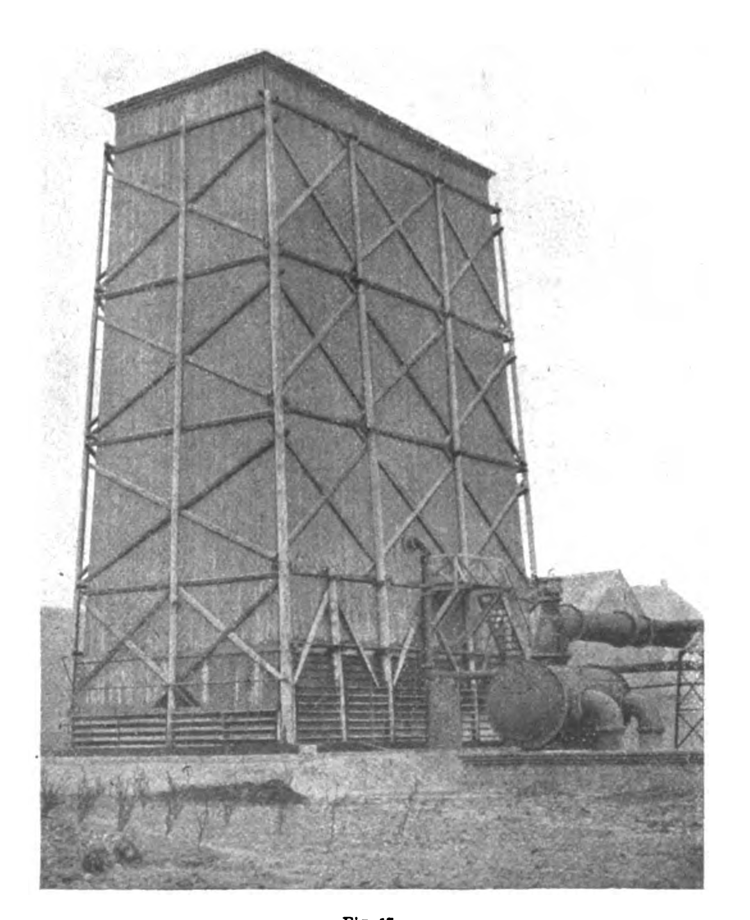


Fig. 17.
Kaminkühler.

Zum Schluss möchte ich nicht den Hinweis unterlassen, dass die Ausführungen, deren hier Erwähnung getan ist, von der *Maschinen- und Armaturfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker* (Frankenthal-Rheinpfalz) und der *Klein Engineering Co. Ltd.*, Manchester gebaut worden sind, und dass ich durch Abstattung meines Dankes an beide Firmen für gefällige Ueberlassung der Abbildungen einer angenehmen Pflicht genüge.

Schmiedepresse zur Herstellung von Massenartikeln.

Das Streben der Amerikaner nach Herabsetzung der Herstellungskosten lässt bei ihnen immer wieder neue Maschinen entstehen, die den verlangten Gegenstand von Anfang bis zu Ende fertigstellen. Besonders zur Herstellung kleinerer Massenartikel werden Maschinen verwandt, die ausser zum Zubringen des Rohmaterials keinerlei Bedienung verlangen.

Ein neuer Erfolg in diesem Streben ist in der Konstruktion der in Fig. 1 u. 2 dargestellten Schmiedepresse zu verzeichnen. Durch letztere werden Schmiedestücke vollkommen selbsttätig in einer Kammer fertiggestellt, welche luftleer ausgepumpt oder mit indifferenten Gasen angefüllt ist, sodass also Oxydbildungen nicht auftreten können, und die Stücke vollkommen glatt bleiben.

Passende Formstücke werden in den mit einem luftdicht schliessenden Deckel versehenen Trichter *a* eingeworfen, in dessen unterm schrägen Rohre sie sich gegen den Ansatz 1 der Hemmung *b* anlegen. In dem Trichter werden die Formstücke durch Gasflammen zur Weissglut erhitzt. Zwischen dem Heizraum und der eigentlichen Schmiedekammer *c* ist ein Zwischenstück aus die Wärme nicht leitendem Material eingeschaltet, das durch Wasser gekühlt wird, sodass die in der Kammer *c* liegenden Teile gegen die Hitze geschützt sind. Damit bei jedesmaligem Aufgeben von neuen Formstücken sich nicht die ganze Schmiedkammer mit Luft füllt, ist zwischen ihr und dem Trichterrohr ein Schieber eingeschaltet, welcher beim Einbringen neuer Formstücke geschlossen wird. Hat die durch einen weiter unten beschriebenen Mechanismus betätigte Hemmung *b* ein Formstück hindurchgehen lassen, so gelangt es zu der Mündung des Trichters *d*, um hier durch die etwas verengten Seitenwände und den wagerechten Boden festgehalten zu werden. Von hier führt ein Greifer *e*, der mit einem festen und einem losen Finger versehen ist, das Formstück zwischen die Prägestempel *f* der Presse, von wo es nach erfolgter Formgebung in einen ausschwingbaren Behälter fällt, aus welchem die fertigen Stücke von Zeit zu Zeit entleert werden. Sämtliche bewegten Teile werden von der Hauptwelle *g* aus angetrieben. Zur Betätigung der Hemmung *b* und des Greifers *e* dienen Daumenscheiben, die auf derselben Welle *w* sitzend, von der Hauptwelle *g* aus mittels konischer Zahnräder angetrieben werden. Die Daumenscheibe *h* bewegt die Hemmung *b*, die mit den Ansätzen 1 und 2 versehen ist. Hebt die Daumscheibe *h* die Rolle *i* an, so gibt der Ansatz 2 ein Formstück frei, das bisher zwischen dem Ansatz 1 und 2 lag. Ist der Daumen an der Rolle *i* vorüber gegangen, so wird diese durch die Feder *s* rasch nach unten gezogen, sodass nunmehr der Ansatz 1 der Hemmung ein Formstück freigibt, welches bis vor den Ansatz 2 weiterrückt.

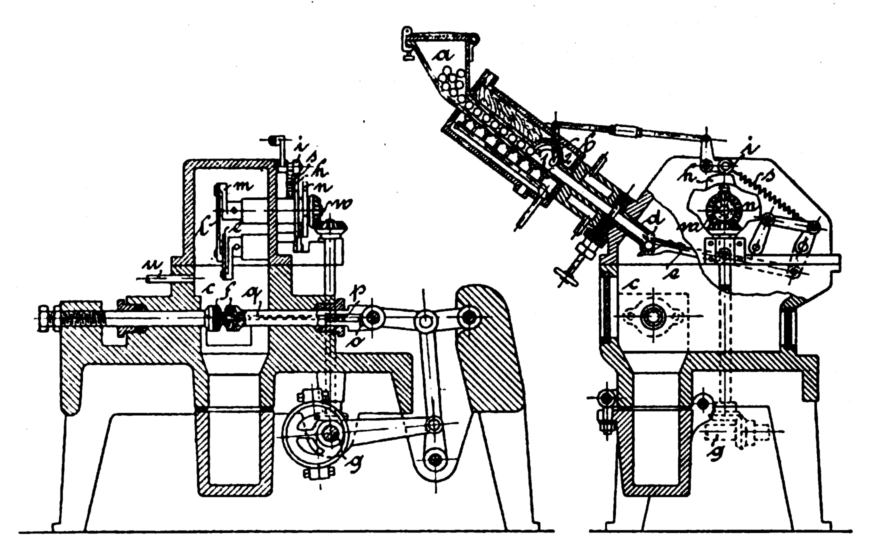


Fig. 1. Fig. 2.

Die Bewegung des Greifers *e* ist derart, dass derselbe nicht nur zwischen dem Abgabeende *d* des Trichterrohres und den Stempeln *f* der Presse schwingt, sondern auch jedesmal rasch von diesen beiden Stellungen nach der Seite weggezogen wird. Die auf- und niedergehende Bewegung des Greifers wird bewirkt durch Drehung der Kurbel *m*, mit welcher der Greifer durch die Stange *l* verbunden ist.

Der rasche Vor- und Rückschub des Greifers in seinen beiden Endlagen erfolgt durch Hebelübertragung von der Daumenscheibe *n* aus, unter Mitwirkung der Feder *s*. Von den Prägestempeln ist der eine fest gelagert. Der Antrieb des andern ist aus Fig. 1 ohne weiteres verständlich. Um das fertige Arbeitsstück zwischen den Prägestempeln zu entfernen, ist der bewegliche Prägestempel durchlocht und durch ihn eine Stange q geführt. Bei Rückwärtsbewegung des beweglichen Prägestempels stösst eine Nase *o* durch ihre gleichzeitig erfolgende Aufwärtsbewegung diese Stange vorwärts. Ihre Rückwärtsbewegung bewirkt die Feder *p*, die sich gegen eine Verstärkung der Stange legt. Die Luft wird bei *u* abgesaugt. *G. Hübers.*

Die theoretischen Grundlagen der Rollen- und Kugellager.

Von **Hermann Studte**, Berlin.

(Schluss von S. 461 d. Bd.)

Gehemmte Rollen- und Kugelsysteme.

Ein Rollensystem, dessen Glieder sich einander derartig berühren, dass die Verbindungslinien ihrer Kontaktstellen in den Querschnitten die Kombination regulärer Sechsecke mit gleichseitigen Dreiecken aufweisen, ist ein Gehemmtes. Zu dieser Gruppe gehören:

1. Das Rollenrhombus mit den Winkeln von 60° bezw. 120°. Die Rollenanzahl ist:

$$A = n^2$$

Die zugehörige Kontaktzahl ist:

$$\underset{Rh}{Kt} = (3\,n - 1)\,(n - 1)$$

2. Das aus Rollen gebildete Parallelogramm mit den Winkeln von 60° bezw. 120° (Fig. 8). Die Rollenzahl ist:

$$\underset{(m\,n\;60^0,\;120^0)}{A = m\,n}$$

Die zugehörige Kontaktzahl ist:

$$\underset{(m\,n\;60^0,\;120^0)}{Kt} = n\,(m - 1) + (2\,m - 1)\,(n - 1)$$

3. Das gleichseitige Rollendreieck, wie Fig. 9 zeigt. Die Rollenzahl ist:

$$A = \frac{n\,(n + 1)}{2}$$

Die zugehörige Kontaktzahl ist:

$$\underset{\triangle}{Kt} = \frac{3}{2}\left(n-1\right)n$$

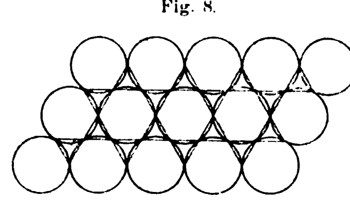
4. Das gerade Rollenparalleltrapez mit den Grundseitenwinkeln von je 60° (Fig. 10). Die Rollenanzahl beträgt:

$$\underset{\diagup\diagdown}{A} = \frac{m}{2}(2n - m + 1)$$

Als zugehörige Kontaktzahl besteht die Gleichung:

$$\underset{\diagup\diagdown}{Kt} = \frac{1}{2}\left[m(6n - 3m + 1) - 4n\right]$$

Fig. 8.



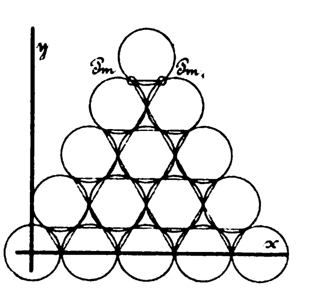


Fig. 9.

Zu der gleichen Gattung gehört das reguläre Rollensechseck, dessen Verbindungslinien der Kontakte im Querschnitte unvermischte Sternfiguren aus der Kombination von regulären Sechsecken und gleichseitigen Dreiecken ergeben, wie Fig. 11 zeigt.

Die Rollenanzahl ist:

$$\underset{(\text{Sechseck})}{A} = 3n(n-1) + 1$$

Als zugehörige Kontaktzahl erhält man:

$$\underset{(\text{Sechseck})}{Kt} = \left[3(n-1)\right]^2 + 3(n-1)$$

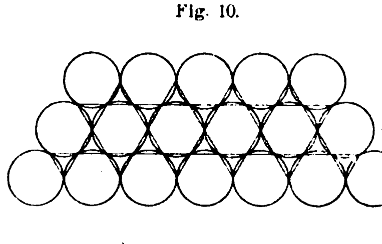
Dieselben Ergebnisse gelten für entsprechende Kugelanordnungen.

Mehrschichtige, vielreihige Rollsysteme.

Legt man mehrere Kugelschichten gleicher Art so übereinander, dass sie kongruieren, so erhält man eine Vertikalkugelsäule. Zur Ermittlung der Kugelanzahl einer solchen Säule, welche mit $\mathfrak{A}$ bezeichnet sein mag, hat man die Schichtzahl mit der Rollkörperanzahl A aus einer Schicht zu multiplizieren: man hat dann

$$\mathfrak{A} = A\,\xi$$

Fig. 10.



Die Kontaktzahl der aus Kugeln gebildeten Vertikalsäule heisse $\mathfrak{K}t$; diese Zahl findet man nach dem Satze:

In jeder vertikalen Rollkörpersäule ist die Kontaktzahl gleich der Summe aus den Produkten der Kontaktzahl aus einer Schicht multipliziert mit der Schichtzahl und der einschichtigen Rollenzahl multipliziert mit der um Eins verminderten Schichtzahl.

$$\mathfrak{K}t = \xi\,Kt + (\xi - 1)A$$

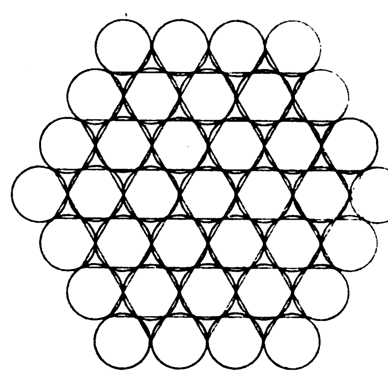


Fig. 11.

Ungehemmte Anordnungen von vertikalen Rollkörpersäulen.

Legt man ξ Kugelschichten, welche bei quadratischer Anordnung gegeneinander in Berührung sind, übereinander, so ist die Kugelanzahl einer solchen Säule

$$\mathfrak{A} = n^2\xi$$

Als Kontaktzahl findet man

$$\underset{n^2\xi}{\mathfrak{K}t} = 2\xi n(n-1) + (\xi - 1)n^2$$

Zu derselben Gattung gehört die aus rechteckigen Rollkörperschichten aufgebaute Vertikalsäule, die Kugelanzahl ist

$$\mathfrak{A} = mn\xi$$

Als zugehörige Kontaktzahl besteht die Beziehung

$$\underset{mn\xi}{\mathfrak{K}t} = \xi\left[m(n-1) + n(m-1)\right] + (\xi - 1)mn$$

oder in anderer Form geschrieben

$$\underset{mn\xi}{\mathfrak{K}t} = \xi\left[2mn - (m+n)\right] + (\xi - 1)mn$$

Gehemmte Anordnungen von vertikalen Rollkörpersäulen.

Es darf wohl als selbstverständlich gelten, diejenigen Kugelsäulen als gehemmte anzusehen, welche aus gehemmten einschichtigen Rollsystemen aufgebaut sind.

Zu dieser Gruppe gehören

1. Die Kugelrhombussäule mit den Querschnittswinkeln von 60° bezw. 120°. Die Anzahl der Kugeln einer solchen Säule sind

$$\underset{\text{Rh}}{\mathfrak{A}} = n^2\xi$$

Die zugehörige Kontaktzahl stellt sich als folgende Gleichung dar

$$\underset{\text{Rh}}{\mathfrak{K}t} = \xi(3n-1)(n-1) + (\xi - 1)n^2$$

2. Das rhomboidische Kugelparallelepipedon mit den Querschnittswinkeln von 60° bezw. 120°. Die Kugelzahl einer solchen Säule ist

$$\underset{\# s}{\mathfrak{A}} = mn\xi$$

Die zugehörige Kontaktzahl ist

$$\underset{\# s}{\mathfrak{K}t} = \xi\left[3mn - 2(m+n) + 1\right] + (\xi - 1)mn$$

3. Das gleichseitige dreieckige Kugelprisma. Die Kugelanzahl ist

$$\underset{\triangle s}{\mathfrak{A}} = \frac{\xi}{2}(n+1)n$$

Als zugehörige Kontaktzahl gilt

$$\underset{\triangle s}{\mathfrak{K}t} = \frac{3}{2}\xi n(n-1) + (\xi - 1)\frac{n(n+1)}{2}$$

4. Die gerade Kugelparalleltrapezsäule mit den an der grössten Parallelkante liegenden Winkeln von 60°.

$$\underset{\diagup\diagdown s}{\mathfrak{A}} = \frac{\xi}{2}(2n - m + 1)m$$

Der zugehörigen Kontaktzahl entspricht die Gleichung

$$\underset{\diagup\diagdown s}{\mathfrak{K}t} = \frac{\xi}{2}\left[m(6n - 3m + 1) - 4n\right] + \frac{\xi - 1}{2}(2n - m + 1)m$$

5. Die Vertikalkugelsäule über dem regulären einschichtigen Kugelsechseck.

Die Kugelanzahl beträgt

$$\underset{\text{Sechseck}}{\mathfrak{A}} = \xi\left[3n(n-1) + 1\right]$$

Die zugehörige Kontaktzahl ist

$$\underset{\text{Sechseck}}{\mathfrak{K}t} = \xi\left\{\left[3(n-1)\right]^2 + 3(n-1)\right\} + (\xi - 1)\left[3n(n-1) + 1\right]$$

Die gleichen Beziehungen gelten auch im allgemeinen Sinne unter besonderen Voraussetzungen für entsprechende, aus Rollen aufgebaute Säulen.

Die Lageverhältnisse der Rollkörper gegeneinander.

Sind zwei Kugeln oder Rollen im Kontakt, so ist, wie Fig. 12 zeigt, der in der Mitte der Zentrallinie $C_1\,C_2$ liegende Entfernungswert K sowohl nach C_1 als auch nach C_2 je einer Radiuslänge gleich, demnach ist

$$C_1K = r, \text{ und } C_2K = r$$

Fig. 13 zeigt ein gehemmtes Rollsystem, welches aus drei Kugeln C_1, C_2, C_3 besteht, darin sind

$$C_1K = C_1K_1 = r$$

ferner besteht die Beziehung

$$(C_1K_2)^2 = (2r)^2 - r^2$$



woraus folgt

$$C_1 K_2 = r \sqrt{3}$$

Bedeutend verwickelter werden die Lageverhältnisse eines Rollsystems von vier Rollelementen gleichen Durchmessers. Zum Zwecke der geordneten Uebersichtlichkeit sind die Lageverhältnisse einer graphischen Darstellung unterworfen, wie sie Fig. 14 zeigt. Angenommen die Rollkörper seien Kugeln. In dem rechtwinkligen Koordinatensystem x, y ist die Kugel c_1 nicht aus dem Anfangspunkt der Koordinaten herausschiebbar gedacht. Es bilden c_1, c_2, c_3, c_4 ein im Kontakt befindliches quadratisches Rollsystem. Die an c_1 durch die Kugeln c_2 und c_3 gebildeten Kontakte k liegen auf

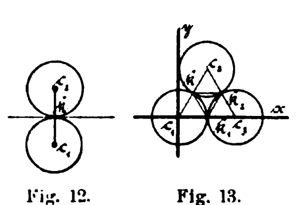


Fig. 12. Fig. 13.

dem Kontaktkreise $r \sqrt{1} = r$; dagegen liegen die zwischen den Rollkörpern c_2, c_3, sowie c_3, c_4 befindlichen Kontakte k_1 und k^1 auf dem Kontaktkreise $r \sqrt{5}$. Das miteinander beweglich verbundene Rollsystem sei in seinen Ecken c_1, c_2, c_3, c_4 mit beweglichen Scharnieren versehen gedacht; dagegen sei die Diagonalaxe c_1, c_V als unveränderlich in ihrer Lage angenommen. Der Rollkörper c_3 sei auf c_1, c_K verschiebbar.

Man denke sich nun, der Rollkörper c_3 werde auf der Diagonalaxe bis c_V hinaufgezogen, so wird aus dem Quadrat ein Rhombus mit den Winkeln von 60° bezw. 120°, wie es Fig. 14 darstellt, und man erhält, wie aus der graphischen Darstellung der Kontaktkurve ersehen wird, den Kontaktwert $r \sqrt{3}$, ausserdem die Kontaktwerte k_6 bezw. k^6. Die beiden letzten Kontaktwerte liegen auf dem Kontaktkreise $r \sqrt{7}$. Schiebt man von c_V aus den Rollkörper an c_1, so erhält man erstens den Kontaktwert k auf dem Kontaktkreise r, sowie die Kontakte ${}_1k$ sowie ${}^1k$, welche beide auf dem Kontaktkreise $r \sqrt{3}$ liegen. Zwischen den Verschiebungsgrenzen der Winkel von 60° bis 120° sind die Kontaktkurvenzweige in der Zeichnung dargestellt, nämlich der Zweig ${}_1k$ bis k_6, ferner der Zweig ${}^1k$ bis k^6.

Fig. 14.

Weist das Rollsystem die Kontaktwerte k, sowie ${}_1k$ und ${}^1k$ auf, so ist das System ein Gehemmtes, ebenso gilt es gehemmt, wenn es die Kontaktwerte $= r\sqrt{3}$, sowie k_6 und $k^6 = r\sqrt{7}$ hat. Alle zwischen diesen Anfangs- und Endwerten liegenden Rollsysteme sind ungehemmte tetragonale Rollanordnungen. Als Gleichung für die **Rollkontaktkurve** gewinnt man mit Hilfe des Projektionssatzes die Beziehung

$$P^2 = r^2 + (2\,r)^2 - 2\,r\,.\,2\,r\cos a$$

woraus folgt

$$P = + r\sqrt{5 - 4\cos a}$$

wenn a ein spitzer Winkel ist; ferner

$$P = r\sqrt{5 + 4\cos a\,(180^0 - a)}$$

wenn a ein stumpfer Winkel ist.

Angenommen, es sei

$$a = 0^0, \text{ dann ist } \cos a = 1$$

Setzt man nun in die allgemeine Kurvengleichung

$$P = r\sqrt{5 - 4\cos a}$$

die zugehörigen Werte ein, so folgt

$$P = r\sqrt{1} = r$$

Es sei $a = 60^0$, dann ist $\cos a = \frac{1}{2}$

Man erhält

$$P = r\sqrt{5 - 4\,.\,\frac{1}{2}} = r\sqrt{3}$$

Setzt man

$$a = 90^0$$

dann ist

$$\cos a = 0$$

dann folgt für

$$P = r\sqrt{5}$$

Ist $a = 120^0$, so hat man

$$P = r\sqrt{5 + 4\cos(180^0 - 120^0)}$$

woraus folgt

$$P = r\sqrt{5 + 4\cos 60^0} = r\sqrt{7}$$

Unter Berücksichtigung der geometrischen Lageverhältnisse der Kurven erhält man für die betrachteten Winkel dieselben Ergebnisse bei Anwendung des Pythagoräischen Lehrsatzes.

Zur bequemeren Auffindung aller Reihenwerte für jeden Kurvenzweig setzt man für den spitzen Winkel a

$$a = 90^0 - \varphi\,n$$

und für den stumpfen Winkel

$$a = 90^0 + \varphi\,n$$

Demnach heisst die Reihe für die Kurvenelemente je beider Zweige von 60^0 angefangen bis 120^0

$$P_{60^0} = r\sqrt{3}$$

$$P_{90^0 - \varphi_{(n-1)}} = r\sqrt{5 - 4\cos[90^0 - \varphi_{(n-1)}]}$$

$$P_{90^0 - \varphi_{(n-2)}} = r\sqrt{5 - 4\cos[90^0 - \varphi_{(n-2)}]}$$

$$P_{90^0 - \varphi_{(n-3)}} = r\sqrt{5 - 4\cos[90^0 - \varphi_{(n-3)}]}$$

$$P_{(90^0 - \varphi_2)} = r\sqrt{5 - 4\cos(90^0 - \varphi_2)}$$

$$P_{(90^0 - \varphi_1)} = r\sqrt{5 - 4\cos(90^0 - \varphi_1)}$$

$$P_{90^0} = r\sqrt{5}$$

$$P_{(90^0 + \varphi_1)} = r\sqrt{5 - 4\cos(90^0 + \varphi_1)}$$

$$P_{(90^0 - \varphi_2)} = r\sqrt{5 - 4\cos(90^0 - \varphi_2)}$$

$$P_{90^0 - \varphi_{(n-3)}} = r\sqrt{5 - 4\cos(90^0 + \varphi_{(n-3)})}$$

$$P_{90^0 + \varphi_{(n-2)}} = r\sqrt{5 - 4\cos(90^0 + \varphi_{(n-2)})}$$

$$P_{90^0 + \varphi_{(n-1)}} = r\sqrt{5 - 4\cos(90^0 + \varphi_{(n-1)})}$$

$$P_{120^0} = r\sqrt{7}$$

Die Abstandswerte der Kontakte unter sich.

Es sei C_1, C_2, C_3, C_4 ein viergliedriges Rollsystem. Die Figuren 15a, b, c stellen das viergliedrige System in den drei Hauptlagetypen dar; aus denselben ist ersichtlich, dass,

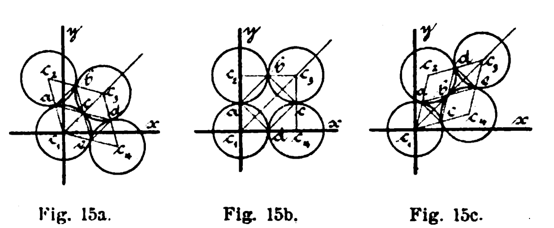


Fig. 15a. Fig. 15b. Fig. 15c.

wenn das Zentrallinienviereck einen Rhombus mit Winkeln von 60^0 bezw. 120^0 darstellt, die Verbindungslinien zwei gleichseitige kongruente Dreiecke mit gemeinschaftlicher Spitze bilden. Jede der Dreieckseiten ist gleich r. Bildet das Zentrallinienviereck des Rollsystemes ein Quadrat, so ist die Entfernung aller Kontakte unter sich, wie leicht zu übersehen ist

$$r\sqrt{2}$$

Hieraus folgt:

Jedes mehrgliedrige Rollsystem ist ein gehemmtes, wenn die Kontakte desselben als die Eckpunkte gleichseitiger Dreiecke angesehen werden können. In jedem anderen Falle gilt das Rollsystem als läufig oder ungehemmt.

Die Abstandswerte der Kontakte n-gliedriger Rollsysteme vom Koordinatenursprunge.

Fig. 7 stellt ein aus $m\,n$ Rollkörpern gebildetes Rechteck so dar, dass zwei zusammenstossende Randseiten auf den rechtwinkligen Koordinaten x und y liegen. In jedem Falle gilt für jeden beliebigen Kontaktpunkt des gesamten Rollkörpersystemes die allgemeine Beziehung

$$P_{(x,\,y)} = r\sqrt{x^2 + y^2}$$

hierbei ist zu beachten, dass sowohl x als auch y in Radiuslängen der unter sich gleichen Rollkörper auszudrücken sind.

Die Kontaktlagen aller Rollkörper bleiben, auch wenn das ganze System in drehende Bewegung gesetzt wird, konstant.

Sind x und y grade Zahlen der Radiuswerte, so stellen die Punkte $P_{(x,\,y)}$ die Querschnittsmittelpunkte der Rollkörper dar.

Sind dagegen x und y verschiedenen Charakters, d. h. stellt die eine Grösse eine grade, die andere eine ungrade Zahl dar, so erhält man durch die obige Gleichung für $P_{(x,\,y)}$ die verschiedenen Lagen der Kontaktpunkte.

Bedeutet x eine grade Zahl, also y eine ungrade, so liegen sämtliche Kontakte dieser Rollkörperreihen auf der Zentrallinienrichtung für y. Bedeutet dagegen x eine ungrade, y eine grade Zahl, so liegen sämtliche Kontakte dieser Rollkörperreihen auf der Zentrallinienrichtung für x.

Diese Lagegesetze sind für das rechteckige Rollkörpersystem durchaus wichtig. Man ist durch dieselben ohne weiteres imstande, die verschiedenen Lagebedingungen aller Kontakte gegeneinander zu übersehen und auf ihre Lageunterschiedlichkeiten zu untersuchen. Ohne Schwierigkeiten ergibt sich das ganze Punktlagenbild sowohl für die Rollkörperkontakte, als auch für die Rollkörpermittelpunkte. Am wichtigsten treten jetzt für die vorliegenden Untersuchungen die Kontaktreihen hervor. Parallelscharen von Kontaktreihen, welche nach dem Theoreme der arithmetischen Reihen höherer Ordnung in völliger Gesetzmässigkeit sich

aufbauen, findet man jetzt bequem auf. Es bleibt nur noch übrig, die einzelnen Glieder der Reihen genau bestimmen zu können. Zu diesem Zwecke ist die allgemeine Gleichung

$$P_{(x,y)} = r\sqrt{x^2 + y^2}$$

gehörig zu transformieren. Wie bereits festgestellt, muss y eine ungrade Zahl sein, wenn x eine grade ist, damit Kontaktpunkte auftreten. Daher setze man bei Einführung der Grössen u und v für x beziehungsweise y

$$x = 2u$$

dann erhält man für y

$$y = 2v - 1$$

In die obige allgemeine Gleichung substituiert man diese Werte für x und y und erhält

$$P_{(x,y)} = r\sqrt{(2u)^2 + (2v-1)^2}$$

Ist x eine ungrade Zahl, dagegen y eine grade, so setzt man für x und y bei Anwendung derselben Buchstaben

$$x = 2u - 1;\ y = 2v$$

Durch Eintragung dieser Werte in die Gleichung gewinnt man die Beziehung

$$P_{(x,y)} = r\sqrt{(2u-1)^2 + (2v)^2}$$

Diese abgeleiteten Gleichungen genügen, die Parallelscharen aller Kontaktreihen eines mn-gliedrigen läufigen Rollkörpersystemes mit den Zentrallinienwinkeln von 90° aufzustellen.

Zur Bestimmung der Rollkörpermittelpunkte setzt man

$$x = 2u,\ \text{und}\ y = 2v$$

Hieraus findet man durch Substitution der Werte

$$P_{(x,y)} = r\sqrt{(2u)^2 + (2v)^2}$$

Die Allgemeingiltigkeit der Rollkontaktkurve für das m n-gliedrige Rollsystem.

Richtet man wiederum seine Aufmerksamkeit auf die Fig. 14, welche ein viergliedriges verschiebbares Rollkörpersystem darstellt, so liegt die Vermutung sehr nahe, dass man die Allgemeingiltigkeit der Rollkontaktkurve für ein Rollkörpersystem aus mn-Gliedern bestehend, feststellen kann. Und in der Tat ermittelt man nach dem bekannten Verfahren für ein mehrgliedriges Rollsystem die Beziehung

$$P^2_{(x,y)} = x^2 r^2 + y^2 r^2 - 2\,x\,r\,y\,r\,\cos(90^\circ \mp \varphi)$$

hieraus folgt die allgemeine Gleichung:

$$P_{(x,y)} = \pm r\sqrt{x^2 + y^2 - 2xy\cos(90^\circ \mp \varphi)}$$

Dementsprechend erhält man durch Einsetzung von u und v die Gleichungen für die Parallelscharen der Kontaktreihen.

I. $x = 2u$; $y = (2v - 1)$.

$$P_{(x,y)} = r\sqrt{(2u)^2 + (2v-1)^2 - 2(2v-1)\,2u\cos(90^\circ \mp \varphi)}$$

II. $x = 2u - 1$: $y = 2z$.

$$P_{(x,y)} = r\sqrt{(2u-1)^2 + (2v)^2 - 2(2u-1)\,2v\cos(90^\circ \mp \varphi)}$$

Für die Rollkörpermittelpunkte ergeben sich bei analoger Betrachtung:

$$x = 2u;\ y = 2v$$

$$P_{(x,y)} = r\sqrt{(2u)^2 + (2v)^2 - 2\,.\,2u\,.\,2v\cos(90^\circ \mp \varphi)}$$

Aus dieser Beziehung erhält man vereinfacht:

$$P_{(x,y)} = r\sqrt{4\,[u^2 + v^2 - 2uv\cos(90^\circ \mp \varphi)]}$$

Mit Hilfe voranstehender Gleichungen ist das Kontaktproblem eines einschichtigen Rollsystems, welches aus vier Elementen gleicher Durchmesser besteht, nach den Hauptrichtungen allgemein gelöst.

Zum Schlusse sei noch angegeben, wie weit die beiden Kontakte der Gipfelkugel eines gleichseitigen Kugeldreiecks (s. Fig. 9) vom Koordinatenursprung entfernt sind; die Kugelseitenzahl heisse n; dann ist der der y-Achse am nächsten liegende Kontakt P_n

$$P_n = r\sqrt{\left(\frac{2n-3}{2}\sqrt{3}\right)^2 + \left(\frac{2m-3}{2}\right)^2}$$

der weiter von der y-Achse abliegende, P_n benachbarte Kontakt P_{n_1} ergibt die Relation

$$P_{n_1} = r\sqrt{\left(\frac{2n-3}{2}\sqrt{3}\right)^2 + \left(\frac{2m-1}{2}\right)^2}$$

Während selbstverständlicher Weise durch die Gleichung der Rollkontaktkurve äquivalente Werte ebenfalls gefunden werden und zwar durch Einsetzung $\cos 120^\circ = -\,^1/_2$, so stellen die beiden letzten Gleichungen die *Grenzbestimmung* der Kontaktlagenwerte des Gipfelkörpers für ein gleichseitiges Dreieck dar.

Mitteilungen über Indizierversuche an den neuen Stopfbüchsen „System Schwabe".

Die Dichtungsfrage, die nicht allein für den Maschinenbauer, sondern auch für die Gasmotoren-, Pumpen-, Turbinen- und Pressenkonstrukteure von Bedeutung ist, ist von solcher Wichtigkeit, dass es sich verlohnen dürfte, auf eine neue Lösung dieser Frage etwas näher einzugehen.

Der Erfinder, der im folgenden genauer beschriebenen Dichtung, Herr *Schwabe*[1]), ging von den Grundbedingungen aus, die gestellt werden müssen, damit eine Dichtung unter allen erdenklichen Verhältnissen dauernd befriedigend wirkt. Der bisher nicht zu beseitigende Verschleiss, die häufigen Betriebsstörungen und die vielen anderen Uebelstände zeigen deutlich, dass das Problem einer guten Abdichtung bis heute noch nicht zufriedenstellend gelöst worden ist. Herr *Schwabe* stellte zur Beseitigung der dem Maschinenbauer wohlbekannten Mängel zunächst 3 Grundbedingungen auf:

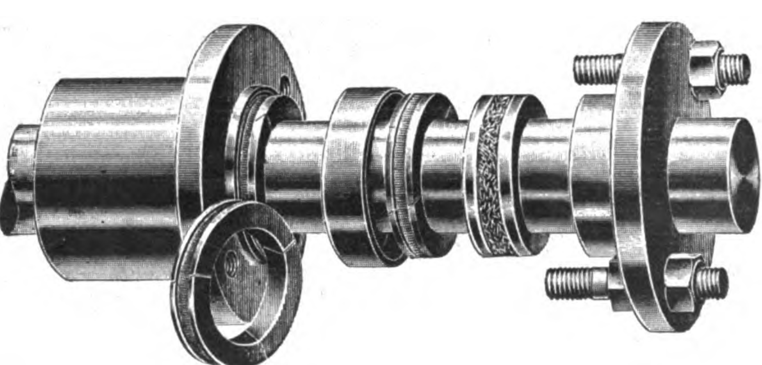


Fig. 1.

Abhilfe kann nur dadurch geschaffen werden, dass

1) der radiale Druck auf die Kolbenstange fast gänzlich aufgehoben wird,
2) die aneinander reibenden Flächen Hochglanzpolitur bekommen und
3) dass dieselben grösstmögliche Härte besitzen.

Die Bedingung 1 kann erfüllt werden, wenn man konzentrische Ringe in besonderen Kammerringen lagert, sodass sie durch einen Druck der Brille von aussen nicht beeinflusst werden können.

[1]) Chef der Maschinenbauabteilung der Firma *Breitfeld, Daněk & Co.*, Prag.

Die Bedingung 2 führt zur Verwendung von federnden, und zwar mehrteiligen Ringen, denn nur durch solche ist man in der Lage, Hochglanzpolitur auf der Kolbenstange zu erzeugen *und dauernd zu erhalten.* Einteilige Ringe, auch wenn sie noch so genau auf die Stange aufgeschliffen sind, arbeiten sich schon infolge ihres Eigengewichtes in kurzer Zeit oval, wodurch Dichthalten unmöglich wird.

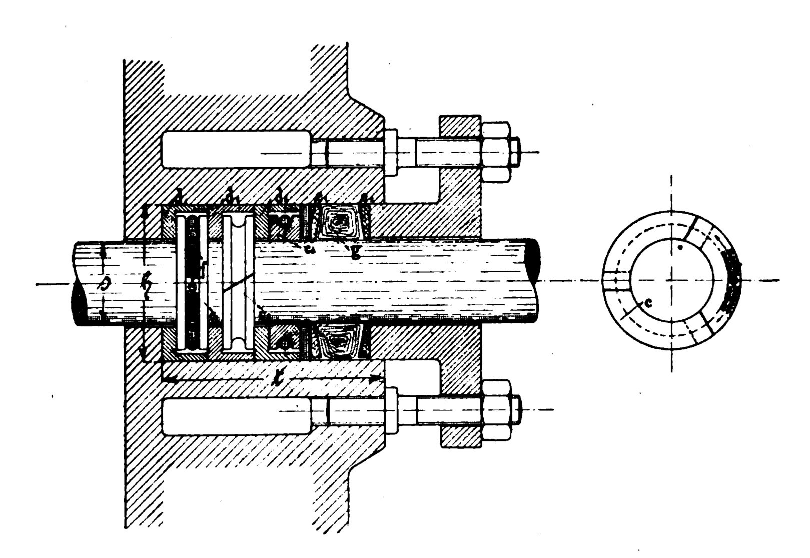


Fig. 2

Der Bedingung 3 wird Rechnung getragen durch die Verwendung von Gusseisen, welches, abgesehen von der Annehmlichkeit die Herstellung zu verbilligen, selbst bei den höchsten Temperaturen grösste Betriebssicherheit gewährleistet. Um letztere noch weiter zu erhöhen d. h. um die Stopfbüchse, im Falle einer Beschädigung der Kolbenstange, wo die Metallpackung nicht mehr dicht halten kann, trotzdem betriebssicher zu machen, hat der Erfinder eine Vereinigung der soeben erwähnten Metallpackung mit einer Weichpackung ersonnen.

Fig. 1 gibt die Aussenansicht, Fig. 2 einen Schnitt durch eine kleinere Ausführung, wie sie bei Kolbenstangendurchmessern bis etwa 50 mm zur Verwendung gelangt. Bei grösseren Abmessungen werden die beiden Packungen durch eine Einsatzbüchse getrennt, sodass (vergl. Fig. 3) die Metallpackung für sich völlig abgeschlossen und von der Wartung des Maschinisten unabhängig gemacht wird. Die Dreiteilung der Ringe, deren Segmente durch eine Schlauchspiralfeder sanft an die Kolbenstange angedrückt werden, ist selbst bei den grössten Ausführungen beibehalten und hat sich vorzüglich bewährt.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei den grössten Dampfdrücken und den höchsten Ueberhitzertemperaturen die Packung vorzüglich arbeitet und infolge ihrer Beweglichkeit selbst bei durchbiegender Kolbenstange ohne Weichpackung durchaus dicht hält.

Die eigentümliche Bauart der Stopfbüchse gab ferner Gelegenheit, einen sehr interessanten Versuch anzustellen, der über die Wirkung der Packung Aufschluss gibt.

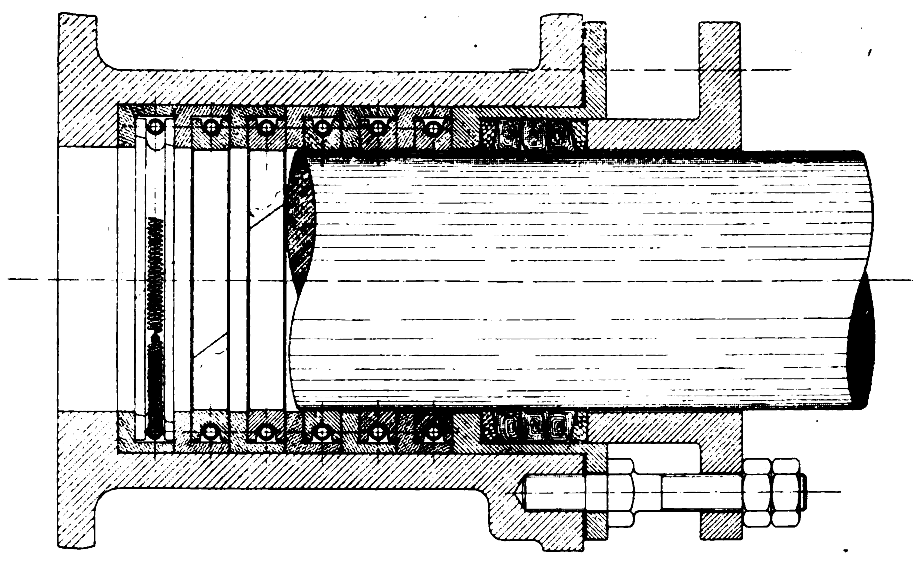


Fig. 3.

Bohrt man nämlich, wie Fig. 4 zeigt, parallel zur Kolbenstangenrichtung einen Kanal, der durch Abzweigungen mit den Hohlräumen zwischen den einzelnen Ringen in Verbindung steht, so kann man durch Einführung eines eingeschliffenen Stahlrohres den Indikator mit jedem dieser Hohlräume für sich in Verbindung bringen und so die Wirkungsweise eines jeden Dichtungsringes verfolgen.

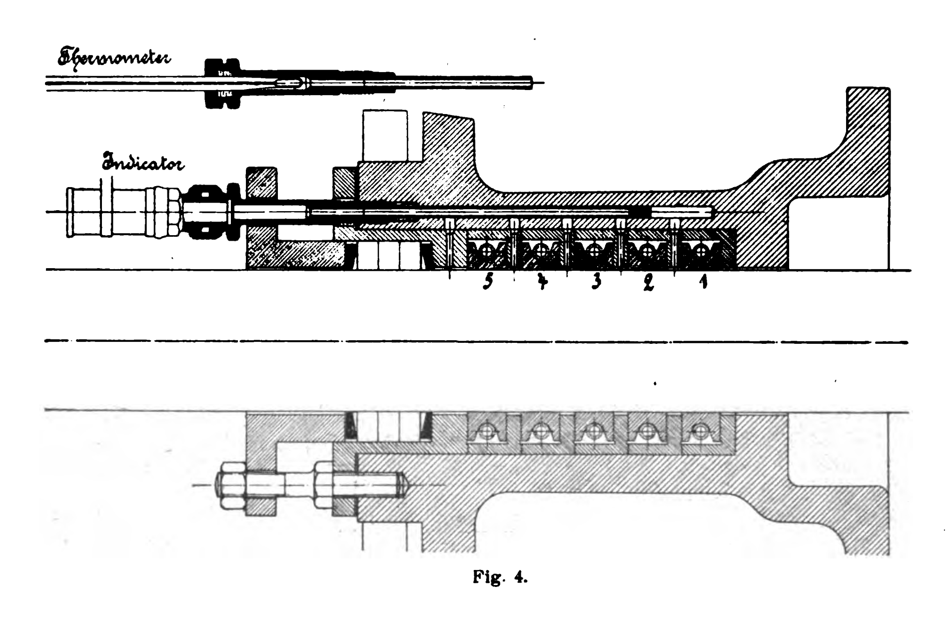


Fig. 4.

Während Fig. 5 die Aussenansicht der Vorrichtung gibt, zeigt Fig 6 das Ergebnis und zwar eine interessante Reihenfolge von Indikatordiagrammen, wie sie an der Packung einer *Schmidt*schen Heissdampfmaschine 510 H.-D.-Cyl., 1050 N.-D.-Cyl., 1000 Hub bei 9,5 Atm. Ueberdruck und 100 Umdrehungen i. d. Minute gewonnen wurden.

Die Vorrichtung bot gleichzeitig Gelegenheit, auch die Temperaturen hinter den einzelnen Dichtungsringen zu messen und zwar wurden nach dem

1.	2.	3.	4.	5. Dichtungsring
216°	204°	190°	172°	149° C. beobachtet.



Aus dem Verlauf der Diagramme lässt sich ferner bis zu einem gewissen Grade ein Schluss auf die Beschaffenheit der Kolbenstangenoberfläche ziehen. Wäre z. B. irgend wo eine schadhafte Stelle, über welche die Ringe hinweggleiten müssten,

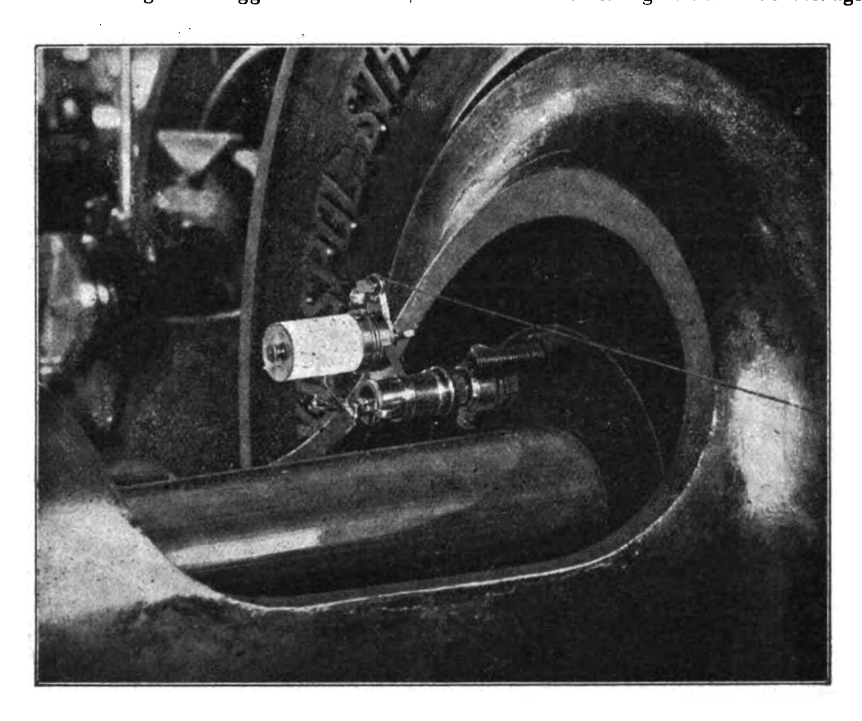


Fig. 5

so würde sich dies sofort in den Diagrammen durch eine kleine Drucksteigerung bemerkbar machen.

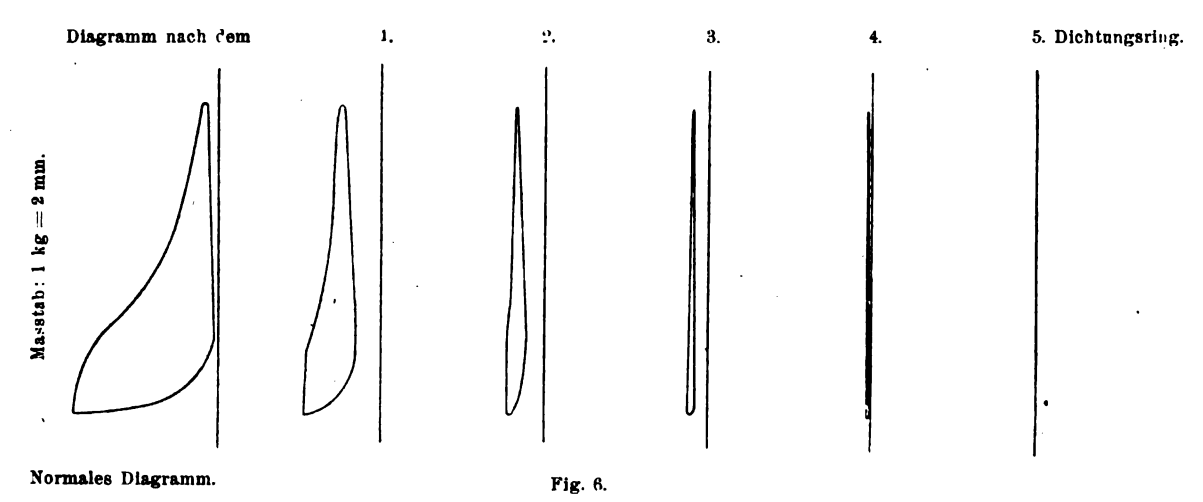


Fig. 6.

Unter den zahlreichen Werken, welche das neue System „*Schwabe*“ angenommen haben, mögen die Berliner Elektrizitätswerke genannt sein, wo es bei einer 4000 PS-Maschine in Benutzung ist und auch bei der im Bau befindlichen 7000 PS-Maschine an allen 4 Zylindern bei 260 mm Kolbenstangendurchmesser Verwendung finden wird.

Nach Mitteilungen aus Pola soll die *Schwabe*sche Dichtung selbst bei 16,5 Atm. und einer Maschinenleistung von 14000 PS an Bord eines Kriegsschiffes sich vorzüglich bewährt haben.

Versuche an Dampfturbinen und hydraulischen Maschinen sind noch nicht beendet, während solche an Schwefligsäuremaschinen, sowie an grossen Gasmotoren recht gute Ergebnisse geliefert haben.

Die Einführung dieser neuen Dichtung in die industriellen Kreise des In- und Auslandes hat die Firma *Dr. R. Proell*, Ingenieurbureau für Maschinenbau, Dresden, übernommen.

Kleinere Mitteilungen.

Die Verarbeitung des Messings und verwandter Kupferlegierungen.

Einem von *A. Hilpert* in München gehaltenen Vortrage entnehmen wir folgende interessante Mitteilungen[1]). Kupferzinklegierungen mit geringem Zinkgehalt, Messing, lassen sich bekanntlich nur im kalten Zustande durch Schmieden, Pressen, Walzen usw. bearbeiten, während sie bei der Bearbeitung im erhitzten Zustande sich als brüchig erweisen. Bei höherem Zinkgehalt, beginnend mit 38—45 v. H., werden die Legierungen dagegen auch in der Hitze gut bearbeitungsfähig. Erhöht wird diese Eigenschaft durch geringe Zusätze von Eisen, Blei, Phosphor, Mangan, Zinn und Aluminium.

Die Verarbeitung dieser kupferarmen, schmiedbaren Legierungen erfolgt durch Schmieden, Stauchen oder Gelenkpressen und Walzen. Des schnelleren Erkaltens des Messings wegen ist auf schnellere Arbeitsausführung zu achten, wie beim Eisen. Zur Erzielung fehlerfreier Oberfläche und gleichmässiger Dicke oder Wandstärke werden Bleche und dünnwandige Rohre kalt bearbeitet, gewalzt und gezogen. In Stangenform wird Messing und Deltametall neuerdings vielfach nach dem Verfahren von *Dick* (D. p. J. 1897, **306**, 120) durch Pressen im heissen Zustande übergeführt. Hierbei können

[1]) Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 819—823, m. Abb.

mit einer Matrize gleichzeitig mehrere Stäbe erzeugt werden. Die Verschiedenartigkeit der Stabquerschnitte gestattet die Herrichtung des Materials zur Erzeugung von Massenartikeln nach dem sogenannten Abschnittverfahren, bei dem die Profilstäbe in Scheiben geschnitten werden, welche dann die Abmessungen des fertigen Stückes bereits nahezu oder völlig besitzen.

Die Vorzüge des Pressens vor dem Walzen sollen bestehen in der Erzeugung glätterer Oberflächen und besserer Festigkeitseigenschaften. Vergleichende Versuche mit gewalztem und gepresstem Material lieferten die in nachstehender Tabelle aufgeführten Werte.

Material		Zugfestigkeit kg/qmm		Scherfestigkeit	
		gewalzt	gepresst	gewalzt	gepresst
Messing mit	60 v. H. Kupfer	34,4	37,2	26,7	25,4
	58 „ „ „	40,5	42,5	28,2	27,3
	55 „ „ „	47,9	52,3	35,2	31,3
Muntzmetall		50,5	54,6	—	—
Aluminiumbronze		55,0	65,3	—	—
Deltametall		73,3	76,6	—	—

Sie lassen zunächst erkennen, dass die Festigkeit des Messings mit wachsendem Kupfergehalt abnimmt, und zeigen ferner, dass die Zugfestigkeit des gepressten Materials grösser, seine Scherfestigkeit aber geringer ist als die des gewalzten Materials. Hierbei sollen sich die gepressten Stangen auf rasch laufenden Drehbänken besser bearbeiten lassen als die gewalzten, indem sie bei gleichen Geschwindigkeiten grössere Spandicken zulassen.

Der neue Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm II.“

Die Hauptabmessungen dieses neuen Schiffes des Norddeutschen Lloyd, mit dem die Werft des „Vulkan“ in Stettin wieder ein glänzendes Zeugnis für die Leistungsfähigkeit der deutschen Schiffbauindustrie ausgestellt hat, sind:

Länge	=	215,34 m
Breite	=	21,94 „
Seitenhöhe bis Promenadendeck	=	16,00 „
Tiefgang voll beladen	=	8,84 „
Wasserverdrängung in Seewasser	=	26000 t.

Bei diesem Deplazement beträgt das Gewicht von Schiff und Maschinen zusammen 20000 t, das des Kohlenvorrats 4600 t. Das grösste Fassungsvermögen der Kohlenbunker beträgt jedoch 5700 t, was für die Verwendung dieses Schiffes als Hilfskreuzer im Kriegsfall besonders wertvoll ist.

Die Maschinenanlage bietet ausser ihrer gewaltigen Stärke insofern auf dem Gebiete des Schiffsmaschinenbaues Neues, als sie aus vier in sich vollständigen Maschinen besteht, von denen je zwei hintereinander liegend auf je eine der beiden Wellen wirken. Wäre die über 40000 i. PS leistende Maschinenanlage in der bisher bei Doppelschraubendampfern üblichen Weise in nur zwei Maschinen untergebracht worden, so hätten diese Räume von 27—28 m Länge erfordert. Da derartig grosse Räume im Falle einer Kollision nicht die erwünschte Sicherheit gewähren, besonders wenn ein Stoss so unglücklich trifft, dass eines der Endschotte der Maschinenräume verletzt wird, und dadurch die benachbarte Abteilung im Schiff mit vollläuft, so hatte der Norddeutsche Lloyd an Stelle von je zwei Maschinen zu 20000 i. PS, vier Maschinen zu je 10000 i. PS angeordnet, und jede der vier Maschinen in einen durch wasserdichte Schotte abgeschlossenen Raum gelegt. Jede der vier Maschinen, die als vierfache Expansionsmaschinen auf drei Kurbeln wirkend konstruiert sind, ist mit allen zum selbständigen Betrieb erforderlichen Hilfsmaschinen, wie Kondensator, Pumpen u. s. w. versehen, sodass eine jede für sich von dem wachthabenden Maschinisten gesteuert werden kann. Es kann also bei dieser Anordnung der Maschinenanlage der eine vordere oder hintere Maschinenraum vollaufen und doch die zweite vordere oder hintere Maschine in Gang gehalten und bedient werden.

Die Züge der Umsteuerungsmaschine für die beiden hintereinander liegenden Maschinen sind so mit einander verbunden, dass beide Maschinen von jedem Raum aus bedient werden können; im gewöhnlichen Betrieb, wenn alle vier Maschinen im Gang sind, liegt der Hauptmaschinistenstand jedoch in den beiden vorderen Maschinenräumen.

Die von der Rhederei zur Erhöhung der Sicherheit gewählte Anordnung der Maschinen in vier von einander wasserdicht getrennten Räumen ist um so mehr anerkennenswert, als eine gewisse Verwicklung der Anlage und des Betriebes die notwendige Folge davon ist.

Um dem Schiff bei seiner Grösse eine möglichst ruhige Gangart zu sichern, ist bei der Konstruktion der Maschinenanlage auf gute Gewichtsausgleichung der beiden hintereinander liegenden Maschinen weitgehendste Rücksicht genommen, die selbst auf die Herstellung der Schraubenflügel ausgedehnt ist. Auf Veranlassung des technischen Betriebsleiters des Norddeutschen Lloyds sind diese nämlich zum ersten Mal von einer für diesen Zweck, von der Stettiner Maschinenbau A.-G. „Vulcan“ erbauten Spezialhobelmaschine bearbeitet worden.

Diese Maschine ermöglicht eine so genaue Formgebung der Schraubenflügel, dass die beim Guss der Flügel nicht zu vermeidenden Ungleichheiten in den Steigungen beseitigt werden, die nach den *Schlick*schen Untersuchungen mit an den störenden Schiffsvibrationen teilhaben. Der Schraubendurchmesser beträgt 6,95 m.

Den für die Maschinen nötigen Dampf liefern 12 Doppel- und 7 Einfachkessel von insgesamt 10000 qm Heizfläche, 124 Feuerungen, 290 qm Rostfläche und von 15 Atmosphären Ueberdruck. Die für die Maschinen projektierte Leistung von 4000 i. PS bei 80 Umdrehungen in der Minute und die dabei zu erzielende Geschwindigkeit des Schiffes von 23,5 Knoten sind bereits praktisch erwiesen und sogar um ein Geringes übertroffen.

Von den zahlreichen Hilfsmaschinen seien hervorgehoben 17 grosse Dampflenzpumpen von zusammen 9360 cbm stündlicher Leistung, eine ausgedehnte Feuerlöschleitung mit zugehöriger Alarm- und Feuermelde-Anlage, die von 5 Dynamomaschinen betriebene elektrische Beleuchtungsanlage, die 2700 Glühlampen zu 25 Kerzen aufweist, und auf dem Sonnendeck vier starke Bootswinden für die 26 Rettungsboote des Dampfers.

Der Schiffskörper dieses Schnelldampfers ist aus bestem deutschem Stahlmaterial erbaut, hat einen über die ganze Schiffslänge reichenden Doppelboden, der in 26 wasserdichte Abteilungen geteilt ist, und wird durch 16 bis zum Oberdeck durchgeführte Querschotte und das zwischen den Maschinenräumen liegende Längsschott derart in 19 wasserdichte Abteilungen zerlegt, dass beim Vollaufen zweier benachbarter Abteilungen das Schiff noch nicht im geringsten gefährdet wird.

Bis zum Oberdeck sind in das Schiff 4 stählerne, durchlaufende Decks eingebaut, oberhalb des Oberdecks liegt das von vorn bis hinten reichende Spardeck, dessen mittlerer Teil als unteres Promenadendeck dient, und auf dem sich eine Back, ein 135 m langes und 15 m breites Mitschiffs- und ein 24 m langes hinteres Deckhaus befinden. Ueber dem Spardeck auf dem mittleren und hinteren Deckhaus ist ferner in einer Länge von 164 m ein oberes Promenadendeck erbaut, auf dem dann noch ein 136 m langes Deckhaus angeordnet ist, das vom Bootsdeck überdeckt ist.

Auf dem Schiffe können im ganzen 775 Passagiere I. Klasse in 290 Kammern, 343 Passagiere II. Klasse in 107 Kammern und 770 Passagiere III. Klasse untergebracht werden. Das vollbesetzte Schiff würde also einschliesslich der aus 600 Köpfen bestehenden Schiffsbesatzung 2488 Personen an Bord haben.

Ausser den üblichen, äusserst bequem und gediegen eingerichteten Kabinen für 1, 2, 3 und 4 Personen sind noch zwei besonders komfortable Wohnungen aus 3 Zimmer und Bad bestehend, 8 Luxuskammern aus 2 Zimmer und Bad bestehend und 12 besonders grosse Staatszimmer mit zugehörigem Bad vorhanden. Den Passagieren I. Klasse stehen ferner zur gemeinsamen Benutzung zur Verfügung: „Ein Speisesaal von 33×21 m mit 554 Sitzplätzen, ein Rauchzimmer, Gesellschaftszimmer, Lese- und Schreibzimmer, 2 Wiener Cafés, und ein Kindersalon;“ für die Passagiere II. Klasse sind vorgesehen: „Ein Speisesaal mit 190 Sitzplätzen und ein Rauchzimmer.“

Neben der technischen Leistung, die dieser Schiffskoloss darstellt, hat sowohl im In- wie Ausland auch die innere Ausstattung und künstlerische Ausschmückung den lebhaftesten Beifall gefunden, mit dem besonders England, das Mutterland des Schiffbaus, nicht zurückgehalten hat. Hervorgehoben mag noch werden, dass der Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm II. fast ausschliesslich ein Erzeugnis der deutschen Industrie ist.

Stahl für Schnellbetrieb.

Bekanntlich sind Stahlwerkzeuge mit einem Gehalt an Kohlenstoff bis zu 2 v. H. zu schnellerer Spanabschneidung bei hartem, wie bei weichem Material, infolge ihrer Weichheit unverwendbar und man hat aus diesem Grunde durch Zusatzmittel versucht, für solchen Zweck passenderes Material herzustellen. Eine solche neue Stahllegierung hat sich, nach „American Manufacturer and Iron World“ 1903 S. 367, *Ch. H. Halcomb*, New York, patentieren lassen. Seine Erfindung besteht im Zusatze einer grösseren Menge von Molybdän zum Stahl mit verhältnismässig niedrigem Kohlenstoffgehalte, der 1,20 v. H. nicht übersteigen darf, vielmehr besser noch unter 1 v. H. zurückbleibt. Der Molybdängehalt soll wenigstens 6, aber nicht mehr als 15 v. H. betragen; die besten Ergebnisse sollen mit Werkzeugstahl mit 0,6 v. H. Kohlenstoff und gegen 10 v. H. Molybdän erreicht werden. Für bestimmte Zwecke wird die Qualität durch gleichzeitigen Zusatz von Molybdän und Chrom erhöht; ein geringer Zusatz übt keinen wesentlichen Einfluss auf die Qualität des Molybdänstahles aus, er muss wenigstens 2,5 und darf höchstens 6 v. H. betragen. Für feinere Schneidwerkzeuge erhält man ein geeignetes Material ausserdem noch durch Zusatz von Silicium in Menge von 0,30 bis höchstens 1,50 v. H., auch wenn Chrom nicht zugesetzt wird. ***Dr. Leo.***

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 31. Berlin, 1. August 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Ueber die Zusammensetzung der Grubengase.

Von Prof. **A. P. Lidoff.**

(Aus den „Berichten des Vereins Südrussischer Ingenieure" [1902] übersetzt von *M. Sack*).

Obgleich nach den geschichtlichen Notizen von *Hoppe-Seyler* die aus den Steinkohlenbecken entweichenden Grubengase schon seit langer Zeit bekannt sind, so wurde doch ein ernstes Augenmerk auf sie erst nach den Untersuchungen von *Alessandro Volta* gerichtet, der im Jahre 1776 gezeigt hat, dass diese Gase an und für sich ungefährlich, und nur im bestimmten Verhältnis mit Luft gemischt ein explosives Gemenge liefern. Seit jener Zeit befasste sich eine ganze Reihe von Forschern mit der Frage der Zusammensetzung und Eigenschaften dieser Gase, und heutzutage besteht darüber eine umfangreiche, der Wichtigkeit dieser Frage entsprechende Litteratur.

Die Bedeutung der Grubengase für den Bergbau wird am besten durch die Statistik der jährlich zu verzeichnenden Unglücksfälle gekennzeichnet. So sind nach *Fischer* allein im Dortmunder Bezirk vom Jahre 1861 bis 1887 1564 Explosionen vorgekommen. In England sind im Zeitraum von 9 Jahren (1871 bis 1880) 2686 Menschenleben infolge der Explosionen umgekommen.

In letzter Zeit wird jedoch ein energischer Kampf mit den Grubengasen geführt; einerseits sorgt man für möglichst gute Lüftung der Gruben, andererseits sucht man durch eine Reihe von Vorsichtsmassregeln der Möglichkeit der Explosionen selbst zuvorzukommen, und es ist zu erwarten, dass die Gefahren in absehbarer Zeit wesentlich behoben sein werden. Die statistischen Zusammenstellungen weisen deutlich auf eine ständige Abnahme der Opfer der Explosionen in den letzten Jahrzehnten hin.

Es ist aber auch unzweifelhaft, dass die in den Gruben durch die Gase verursachten Unglücksfälle nicht allein durch Explosionen, sondern auch durch die unmittelbare Einwirkung der Gase auf den menschlichen Organismus hervorgerufen werden.

Nach seiner Zusammensetzung besteht ein im Momente seines Entweichens aus den Spalten oder Bläsern (soufflards) entnommenes Grubengas, wie es schon die Untersuchungen *Davys* (1813) gezeigt haben, in der Hauptsache aus Methan mit geringen Mengen Kohlensäure und Stickstoff, wobei freilich seine Zusammensetzung nicht konstant bleibt, sondern sich fortwährend in mehr oder weniger weiten Grenzen ändert. Somit ist dieses Gas qualitativ mit dem aus Sümpfen entweichenden Gas identisch und erweist sich als ein Zerfallprodukt der Cellulose durch den Einfluss oxydierender Verwesungsprozesse und der Bakterientätigkeit. Spätere Forschungen zeigten, dass im Grubengase manchmal auch andere Gase enthalten sind. So gibt *Schondorf* folgende Zusammensetzung eines Gases an, das aus einem Bläser der Steinkohlenzeche in Oberkirchen entwich:

Kohlensäure	2,56	v. H.
Methan	60,46	„ „
Aethan	37,62	„ „

Wie Prof. *N. S. Kurnakoff*,[1]) der die Grubengase des Donetzbeckens untersucht hat, bemerkt, „erweist sich das Verhältnis der Volumkontraktion des Gasgemisches nach der Explosion (bei der Methanbestimmung) zum Volumen der dabei entstehenden Kohlensäure als sehr veränderlich, indem es abhängig ist von den unvermeidlichen Fehlern bei der Bestimmung, welche uns zwingen, die Anwesenheit einer geringen Menge Aethan oder freien Wasserstoffs im Gase anzunehmen. In manchen Fällen berechnet sich die Menge des letzteren bis zu 6,7 Hundertteilen des Volumens."

Playfair[2]) führt folgende analytische Ergebnisse an, welche die Zusammensetzung der Grubengase im Augenblick ihres Entweichens aus den Flözen in einigen englischen Kohlengruben angeben:

	Kohlensäure v. H.	Stickstoff v. H.	Sauerstoff v. H.	Methan v. H.	Wasserstoff v. H.
Walsend (Bensham) . . .	1,30	21,00	—	77,50	—
Hebburn	0,70	6,70	0,90	91,80	—
Hebburn (nach 1 Monat) .	0,90	6,40	—	92,70	—
Jarrow	2,10	14,20	0,40	83,10	—
Jarrow, five quarter . . .	1,70	4,90	—	93,40	—
Jarrow, low main . . .	—	12,13	3,00	79,70	3,00
Well gate	0,50	1,30	—	98,20	—

Unter mehreren anderen Grubengasanalysen ist folgende besonders interessant, indem sie zeigt, dass in manchen Fällen auch ungesättigte Kohlenwasserstoffe, und zwar Aethylen, im Grubengas vorhanden sein können.

Ein Gas aus einer Spalte enthielt:

Methan	94,78	v. H.
Stickstoff	3,60	„ „
Kohlensäure	0,72	„ „
Aethylen	0,90	„ „

Nach den analytischen Ergebnissen von *Sauer*, die in den Berichten der Oesterreichischen Grubengaskommission angeführt sind, kommt in einigen Grubengasarten ein ziemlich grosser Gehalt an Stickstoff neben ganz geringem Sauerstoffgehalt vor, wie es aus folgenden Werten zu ersehen ist, und was freilich auch durch die oben aufgeführten analytischen Ergebnisse bestätigt wird.

	Methan v. H.	Kohlensäure v. H.	Stickstoff v. H.	Sauerstoff v. H.
Zeche Hruschau (aus einem Bläser) . .	79,16	3,19	17,04	0,61
Zeche Liebesgott (aus einem Bohrloch) .	77,69	3,77	18,49	0,66

[1]) Journ. der Russ. Phys.-Chem. Ges. **25**, 54.

[2]) *Fischer*, Chem. Technologie der Brennstoffe, S. 558.

Nach Angaben von Prof. *N. S. Kurnakoff*[3]) hatten einige von ihm analysierte Gasproben aus den Gruben des Donetzbeckens folgende Zusammensetzung:

	Kohlensäure v. H.	Methan v. H.	Sauerstoff v. H.	Stickstoff v. H.
Makejeff'sche Zeche (130 m Teufe) . .	1,04	69,91	3,60	30,45
Rykoff'sche Zeche Schacht No. 10 . .	0,29	51,96	8,09	39,66
Dieselbe Zeche, nach der Explosion von 1891	0,57	61,08	3,81	34,54

Indem man nun die angeführten Werte zusammenstellt, kann man zu dem Schluss gelangen, dass das Grubengas in der Hauptsache aus Methan und Stickstoff besteht. Der Gehalt an anderen Kohlenwasserstoffen und an freiem Wasserstoff ist gering und nicht kennzeichnend, da diese Gase im Grubengas nur in Ausnahmefällen vorkommen. Das Methan an und für sich, und folglich auch das Grubengas, ist nicht giftig; aber es ist bei alledem verständlich, dass, wenn es in beträchtlicher Menge der Luft beigemischt ist und man genötigt ist, mehr oder weniger lange Zeit dieses Gemisch einzuatmen, sich Atemnot einstellt, welche freilich in den meisten Fällen beim Einatmen reiner Luft oder noch besser Sauerstoffs rasch vorübergeht. In anbetracht dieses sollten in den Schächten, beim Arbeiten in gefährlichen Stellen, stets Flaschen mit komprimiertem Sauerstoff für den Fall der ersten Hilfeleistung vorhanden sein, da dieses Gas in diesem Fall sehr energisch wirkt und selbst bei gefährlicheren Vergiftungen mit Leuchtgas schnelle Hilfe bringt.

Unmittelbar abhängig von der Zusammensetzung der geförderten Kohlen, der Menge der darin eingeschlossenen Gase und der grösseren oder kleineren Anzahl der Bläser im Flöz ist auch die Reinheit der Grubenluft. Wie es die zahlreichen Bestimmungen der Zusammensetzung der Grubenluft zeigen, welche im Werke von *Fischer* angeführt sind und die Zusammensetzung der Luft der Kohlengruben in Westfalen und im Saarrevier kennzeichnen, wechseln die Schwankungen des Gehaltes an Methan in verhältnismässig engen Grenzen von 0,033 bis 2,50 v. H., wobei nur in einigen Ausnahmefällen, offenbar infolge ungenügender Lüftung, der Gehalt an Methan eine höhere Ziffer erreicht.

Winkler fand an neun von ihm untersuchten Grubenluftproben, dass der Gehalt an Methan 0,256 v. H. nicht überstieg, und in einem Falle nur 0,025 v. H. erreichte.

In manchen Gruben wurde eine plötzliche reiche Kohlensäureentwicklung wahrgenommen; so beobachtete *Hanarte*[4]) eine derartige Erscheinung in den Gruben Rochbelle in Frankreich. Nach seiner Meinung war die Kohlensäure in der Kohle durch hohen Druck verdichtet (okkludiert), und entwich plötzlich bei Blosslegung des Flözes infolge der entstandenen Druckverminderung.

In anbetracht der Gefahr der Ansammlung einigermassen beträchtlicher Mengen von Grubengas in der Grubenluft wird eine Reihe von Massregeln (nach Möglichkeit energische Ventilation) und Anordnungen (Sicherheitslampen) vorgenommen, um die Arbeit gefahrloser zu gestalten. Ausser den gewöhnlichen Sicherheitslampen, die grösstenteils nach dem Typus der *Davy*lampe konstruiert sind, giebt es heutzutage eine Reihe von Apparaten, welche den Zweck haben, von einer plötzlichen Anreicherung der Luft an brennbarem Gase zeitig zu benachrichtigen. Einigen von diesen Apparaten (*Rosenthal, Simmons*) liegt die Absorption des freien Wasserstoffs, sowie, wenn auch in kleineren Mengen, des Methans durch Platinschwamm zu grunde. Den wesentlichen Teil eines solchen Apparates stellt somit ein Stückchen Platinschwamm dar, das in unmittelbarer Berührung mit der Kugel eines Thermometers steht, in dessen Kapillare eine Elektrode in bestimmter Höhe eingeschmolzen ist. Sobald die Temperatur des Platinschwamms und der ihn berührenden Thermometerkugel infolge der Gasabsorption soweit gestiegen ist, dass das Quecksilber bis zur eingeschmolzenen Elektrode emporsteigt, wird der Strom geschlossen, und ein mit dem Apparat verbundenes Läutewerk tritt in Tätigkeit, oder, falls in den Stromkreis eine Glühlampe eingeschaltet ist, beginnt dieselbe zu leuchten, und auf diese Weise werden die Arbeiter von der drohenden Gefahr in Kenntnis gesetzt.

Zum Zwecke der Untersuchung der Grubengase und des Kampfes mit ihnen bestehen Versuchsstollen zur Erforschung verschiedener, die Grubengase betreffenden Fragen und zur Ausarbeitung von Massnahmen gegen die durch Explosionen bedingten Gefahren. Eine solche Versuchsstation befindet sich z. B. in Mährisch-Ostrau (Oesterreich).

Die Versuche von *Lindsey-Wood*, welche den Zweck hatten, die Art und Weise des Vorkommens des Grubengases zu untersuchen, stellen mit Sicherheit fest, dass dasselbe sich in den Poren der Kohle aufhält und unter sehr hohem Druck darin komprimiert ist. In den mit Manometern versehenen Röhren, welche in tiefe Bohrlöcher (bis zu 10 m) eingeführt und darin befestigt wurden, wechselte der Gasdruck ganz beträchtlich und erreichte in manchen Fällen 30 Atm.

Die auf die Gewichtseinheit der Kohle kommende Gasmenge ist selbstverständlich auch nicht konstant und wechselt in ziemlich weiten Grenzen. In den verschiedenen Gruben von England, Belgien und Deutschland kommen auf 1 Tonne Kohlen 10 bis 67 cbm Gas, oder, wenn man dessen spezifisches Gewicht gleich 0,5 annimmt (was in Wirklichkeit unter dem tatsächlichen ist) 5 bis 33,5 kg.

Es ist klar, dass nach der Blosslegung des Kohlenflözes sofort ein mehr oder weniger starkes Entweichen des Gases in die Atmosphäre beginnt, dessen Heftigkeit von dem Druckunterschied und von der Struktur der Kohle abhängig ist. Eine solche normale Gasentwicklung findet an der ganzen Oberfläche des blossgelegten Flözes ununterbrochen statt. Gleichzeitig jedoch mit dieser normalen Entwicklung wird öfters eine starke Gasentwicklung auch aus einzelnen Spalten und Hohlräumen bemerkbar, welche während der Arbeit sowohl im Flöz selbst, wie im umgebenden Gestein entstehen. Die Gasentwicklung aus solchen Spalten oder Bläsern (soufflards) ist zuweilen eine ausserordentlich heftige, so dass sogar die Möglichkeit der technischen Ausnützung des entweichenden Gases in Frage kommt.

In einzelnen Ausnahmefällen trägt das Entweichen der in der Kohle enthaltenen Gase an und für sich schon den Charakter einer Explosion. Derartige Erscheinungen wurden nicht selten in Belgien beobachtet und waren die Ursache des unmittelbaren Untergangs der Leute, da die Masse des aus dem auseinandergerissenen Kohleblock hervorgegangenen Kohlekleins den Arbeitsraum verschüttete.

Wenn auch die geringen Schwankungen des Atmosphärendrucks keinen wesentlichen Einfluss auf das aus den Bläsern oft unter sehr starkem Druck entweichende Gas haben können, so verhält es sich ganz anders mit der normalen Gasentwicklung aus der gesamten Flözoberfläche. Im letzten Fall muss selbst eine geringe Verminderung des Atmosphärendrucks eine ganz beträchtliche Vermehrung der entweichenden Gasmenge hervorrufen, wenn man die grosse Oberfläche des Flözes und den verhältnismässig geringen Druckunterschied ins Auge fasst. Auch unterliegt es keinem Zweifel, dass dabei nach dem Partialdruck zunächst in grösster Menge leichte Gase (H_2, CH_4) und in kleinster schwere Gase in die Atmosphäre entweichen werden.

Bei der Untersuchung der in der Steinkohle eingeschlossenen oder okkludierten Gase habe ich[5]) das Vorhandensein von Gasen darin festgestellt, welche mit Kupferoxyd ausserordentlich schwer verbrennen. In anbetracht dessen, dass das Grubengas in der Hauptsache selbstverständlich aus Gasen besteht, welche bei Druckverminderung aus der Kohle entweichen, lag es auf der Hand, anzunehmen, dass auch im Grubengase neben Methan beständige kohlenstoffhaltige Gase enthalten sind, die sich bei der üblichen Art der Verbrennung schwer oxydieren, mit anderen Worten

[3]) Composition chimique du grisou des houillières du Donetz, 1901. Communication présentée au congrès international des mines et de la métallurgie. Saint-Etienne.

[4]) *Wagners* Jahresbericht, 1887, S. 15.

[5]) Berichte des Vereins Südrussischer Ingenieure. Charkoff 1900/01, S. 41.



Gase, die den Kohlenstoff in latentem gasförmigen Zustand enthalten.

Um diese Frage klarzustellen, habe ich im Jahre 1901 eine Untersuchung eines Grubengases aus dem Schacht Albert von der Station Gorlowka gemacht, deren Ergebnisse im Journal der Russ. phys.-chem. Gesellschaft veröffentlicht sind.[6])

Dieses Gas hatte folgende Zusammensetzung:

Kohlensäure	0,5 v. H.
Kohlenoxyd und andere durch saure Kupferchlorürlösung absorbierte Gase	0,2 „ „
Schwere Kohlenwasserstoffe, absorbiert durch rauchende Schwefelsäure	0,3 „ „
Sauerstoff	8,1 „ „
Methan (Mittel aus 3 Bestimmungen)	21,3 „ „
Stickstoff (aus der Differenz)	69,6 „ „

Das Methan wurde einmal durch Verbrennung mit Kupferoxyd bis zur Volumkonstanz, und zweimal durch Verbrennung mit elektrischem Strom in *Winkler*scher Quecksilberpipette mit Luftüberschuss bestimmt. Diese letzte Bestimmung, Verbrennung mit Luftüberschuss, wurde jedesmal so lange vorgenommen, bis das Volumen des zur Untersuchung angewendeten Gasgemisches beim zweimaligen Durchleiten in den Grenzen von 0,1ccm absolut konstant blieb.

Die Verbrennung mit Kupferoxyd ergab den Methangehalt zu 21,1 v. H., die Verbrennung durch den Strom mit Luftüberschuss zu 20,8 v. H. und 22,1 v. H.

Um zu untersuchen, ob das nach der Verbrennung mit Kupferoxyd zurückbleibende Gas reiner Stickstoff ist, oder irgend ein anderes schwer verbrennliches, kohlenstoffhaltiges Gas als Beimengung enthält, wurde dieser Gasrest in zwei Teile geteilt und in jedem Teile der Nachweis des Kohlenstoffgehalts parallel nach zwei verschiedenen Verfahren geführt.

Das erste Verfahren ist in der von mir verfassten Schrift „Ueber die Gewinnung schwer verbrennbarer kohlenstoffhaltiger Gase“ [7]) beschrieben worden und bestand darin, dass das Gas mit reinem metallischen Magnesium geglüht wurde, welches durch langes vorhergehendes Ausglühen mit Sauerstoff von den Spuren organischer Substanz vollständig befreit war. Nach genügend langer Einwirkung des Magnesiums und des untersuchten Gases aufeinander wurde das Magnesium nochmals im chemisch reinen Sauerstoffstrom bei 400—500° C. ausgeglüht, und dieser Sauerstoff wurde sodann durch eine im Kaliapparat befindliche Mischung von Kali- und Barytlösungen durchgeleitet. Während das reine Magnesium, einmal ausgeglüht zum Zwecke der Entfernung auf seiner Oberfläche befindlicher geringer Spuren von organischer Substanz, bei weiterem Ausglühen im Sauerstoff keine Trübung im Kaliapparat hervorrief, ergibt dasselbe Magnesium nach der Einwirkung auf das Restgas eine sehr deutliche Trübung, was natürlich davon Zeugnis ablegen kann, dass während der Einwirkung auf den untersuchten Reststickstoff eine kleine Menge Kohlenstoff sich auf der Oberfläche des Magnesiums niedergeschlagen hat.

Das zweite Mal wurde zur Entdeckung des Kohlenstoffs in diesem Gase ein Verfahren angewandt, das im Jahre 1898 von *Imbert* und *Compan*[8]) zur Bestimmung minimaler Kohlenstoffmengen vorgeschlagen worden ist. Eine zweite Gasprobe wurde auf ganz gleiche Weise mit Magnesium ausgeglüht, das, von jeder Spur Kohlenstoff befreit, in Form kleiner Quadrate, die aus dem dünnen Magnesiumband geschnitten waren, angewendet wurde. Nach genügend langer Einwirkung des untersuchten Gases auf das Magnesium wurde das letztere im Gemisch von Kupferchlorid- und Salmiaklösungen gelöst, die dabei erhaltene Lösung durch ein vorher im Sauerstoffstrom ausgeglühtes Asbestfilter filtriert, und das Filter, nach sorgfältigem Auswaschen, samt dem kleinen unlöslichen Niederschlag in einer verschlossenen *Lintner*schen Flasche mit titrierter Chromsäurelösung auf 100° C. erwärmt. Dabei vollzog sich auf Kosten des bei der Auflösung ausgeschiedenen Magnesiums und des auf dem Asbest niedergeschlagenen Kohlenstoffs die Reduktion eines Teiles der Chromsäurelösung zu Chromoxyd, was mit Hilfe einer schwachen titrierten Thiosulfatlösung jodometrisch kontrolliert wurde. Auf diese Weise ist also auch die Gegenwart des Kohlenstoffs im Magnesium nach der Einwirkung des Gases festgestellt worden, und das erwies sich als um so beweisender, als eine parallel durchgeführte Bestimmung des Kohlenstoffs im Magnesium, das im Sauerstoffstrom ausgeglüht war, aber mit dem untersuchten Gas nicht reagiert hatte, ein vollständig negatives Resultat ergeben hat.

Auf grund dieser Versuche lag der Schluss nahe, dass im Restgas, nach der Verbrennung des Methans mit Kupferoxyd, eine gewisse Menge von einem indifferenten kohlenstoffhaltigen Gas enthalten war, einem Gas, das weder mit Kupferoxyd, noch im Luftüberschuss, wie es bei der Verbrennung durch den Strom der Fall war, verbrannte, da beide Verfahren ganz übereinstimmende Ergebnisse lieferten.

In den ersten Heften des Journals der Russ. Phys.-Chem. Ges.[9]) und des „Technischen Sborniks“ [10]) für das Jahr 1902 habe ich ein Verfahren zur quantitativen Bestimmung vom gasförmigen Stickstoff angegeben, welches die Möglichkeit lieferte, mit voller Sicherheit darüber zu urteilen, ob das gegebene indifferente Gas reiner Stickstoff oder durch irgend ein anderes Gas mehr oder weniger verunreinigt ist. Mehrfache Bestimmungen des Luftstickstoffs (122) und künstlich hergestellter Gemische von chemisch bereitetem Stickstoff und Sauerstoff (12), die nach diesem Verfahren ausgeführt worden sind, wobei der Unterschied zweier, oder selbst dreier paralleler Bestimmungen in den meisten Fällen 1—2 v. H. nicht überstieg und die in der Abhandlung „Zur Frage über die Zusammensetzung des indifferenten Teiles der Luft“ [11]) veröffentlicht wurden, haben mit Sicherheit bestätigt, dass dieses Verfahren ein zuverlässiges Mittel an die Hand geben kann, um die quantitative Zusammensetzung indifferenter Gasgemische zu bestimmen.

In anbetracht dieser Tatsache war es natürlich ausserordentlich interessant, auch nach dieser Methode zu kontrollieren, ob der Stickstoff allein das indifferente Gas darstellt, welches bei Behandlung des Grubengases mit den zur Identifizierung und Trennung einzelner Gasindividuen jetzt gebräuchlichen Reagentien und Verfahren zurückbleibt.

Zu diesem Zwecke habe ich 9 Proben von Grubengas und Grubenluft untersucht, die ich der Liebenswürdigkeit der Herren Bergingenieure ***N. F. von Dittmar***, ***A. E. Kallistratoff***, ***J. A. Knotte***, des Herrn Ingenieurs ***D. J. Lew*** und des Herrn ***J. K. Stawrakoff*** verdanke, welchen Herren ich an dieser Stelle meinen lebhaftesten Dank ausspreche.

Ganz besonderes Interesse beanspruchte ein „Glasojedka“ [12]) benanntes Gas, welches von einer Grube der Gesellschaft für Südrussische Steinkohlenindustrie geliefert war.

Alle Bestimmungen wurden grösstenteils zu wiederholten Malen, jede doppelt gemacht; die angeführten analytischen Werte stellen somit Mittelzahlen dar. Gearbeitet wurde mit der *Hempel*schen Apparatur. Die Kohlensäure wurde mit Kalilösung absorbiert; der Sauerstoff einmal mit frisch bereiteter alkalischer Pyrogallollösung, das andere mal, bei der Parallelbestimmung, mit Phosphor; das Methan wurde einmal durch Verbrennung mit Kupferoxyd bis zur Volumkonstanz bestimmt, das andere Mal, bei der Parallelbestimmung, entweder durch Verbrennung durch den Strom mit Luftüberschuss in *Winkler*scher Quecksilberpipette, oder durch Verbrennung mit grossem Ueberschuss von Luft oder Sauerstoff mittels eines Röhrchens mit Palladiumasbest, wobei die Büretten mit Quecksilber gefüllt waren, um die Löslichkeit der Kohlensäure in Wasser zu vermeiden. Da die sichere Grenze der Genauigkeit beim Arbeiten mit *Hempel*-Büretten 0,1 ccm nicht übersteigt, so wurde in allen den Fällen, wo die Volumkontraktion nach der Verbrennung und Behandlung mit der Kalilösung 0,1 ccm nicht überstieg, angenommen, dass das betreffende Gas kein Methan enthält.

An dem nach der Methanbestimmung (durch Verbrennung mittels eines Röhrchens mit glühendem Kupferoxyd oder durch Verbrennung mit chemisch reinem Sauerstoff und nach Entfernung seines Ueberschusses) zurückbleibenden Gas wurde eine Stickstoffbestimmung vorgenommen. Das Gas wurde

[6]) Journ. d. Russ. phys.-chem. Ges. St. Petersburg 1901, S. 272 bis 273.
[7]) Russisch: *Charkoff*, 1900.
[8]) Bull. Soc. Chim. Paris **21**, 315.
[9]) 1902, S. 42.
[10]) Technischer Sbornik, Moskau 1902, S. 1.
[11]) Technischer Sbornik, Moskau 1902, S. 300.
[12]) Bedeutet auf russisch „augenätzend“. — Der Uebers.

durch ein mit einem Gemisch von frisch ausgeglühtem Kalk (3,5 Teile) und pulverförmigem Magnesium (1 Teil) beschicktes Röhrchen unter Erhitzen durchgeleitet, und der vom Magnesium festgehaltene Stickstoff in Form von Ammoniak im *Kjeldahl*schen Destillationsapparat ausgetrieben. Gewöhnlich wurde auch sofort die zweite Kontrollbestimmung des Stickstoffs in dem ursprünglichen Gasgemisch, d. h. ohne vorhergehende Absorption der Kohlensäure, des Sauerstoffs und des Methans ausgeführt.

Die bei diesen Bestimmungen erhaltenen analytischen Werte sind folgende:

No. 1. Grubengas aus dem Anhau der unteren Strecke No. 4, Schacht No. 4. Gesellschaft für Südrussische Steinkohlenindustrie.

Kohlensäure	2,4 v. H.
Sauerstoff	16,2 „ „
Methan	fehlt
Stickstoff (unmittelbare Bestimmung)	80,9 v. H.
Stickstoff aus der Differenz	81,4 „ „

Der Unterschied zwischen dem Gehalt an berechnetem und nach Analyse gefundenem Stickstoff übersteigt nicht 0,5 v. H.

No. 2. Grubengas „Glasojedka“, aus dem Anhau der unteren Strecke No. 4, Schacht No. 8. Gesellschaft für Südrussische Steinkohlenindustrie.

Kohlensäure	1,9 v. H.
Sauerstoff	19,3 „ „
Methan	fehlt
Stickstoff (unmittelbare Bestimmung)	65,2 v. H.
Stickstoff aus der Differenz	78,8 „ „

oder 13,6 v. H. an unbekanntem Gas, das durch übliche Analysenverfahren nicht entdeckt wird. Das aus diesem Schacht entweichende Gas übt eine unangenehme Wirkung auf die Augen aus, weswegen es auch von den Arbeitern „Glasojedka“ benannt worden ist. Die Vermutung, dass in demselben Schwefelwasserstoff enthalten sein könnte, hat sich durch die Analyse nicht bestätigt, da nicht einmal Spuren davon im Gas wahrgenommen werden konnten.

No. 3. Grubengas ohne Schachtbezeichnung, vom Bergingenieur J. A. Knotte durch Vermittlung von J. A. Stawrakoff im Mai 1902 zugestellt.

Kohlensäure	1,1 v. H.
Sauerstoff	12,0 „ „
Methan	9,1 „ „
Stickstoff (unmittelbare Bestimmung)	55,5 „ „
Stickstoff aus der Differenz	77,8 „ „

Der Gehalt an unbekanntem Gas, das durch die üblichen Analysen nicht entdeckt wird, beträgt 22,3 v. H. Der Stickstoff wurde zweimal bestimmt; einmal nach der Entfernung von Kohlensäure, Sauerstoff und Methan, wobei der Stickstoffgehalt im Restgas zu 73,5 v. H., oder, auf das ursprüngliche Gasvolumen umgerechnet, zu 56,8 v. H. gefunden wurde; das andere Mal, ohne die genannten Gase zu entfernen, unmittelbar im untersuchten Gasgemisch, wobei der Stickstoffgehalt gleich 54,2 v. H. gefunden wurde.

No. 4. Grubengas ohne Schachtbezeichnung, vom Ingenieur J. A. Knotte durch Herrn J. K. Stawrakoff zugestellt.

Kohlensäure	1,2 v. H.
Sauerstoff	12,8 „ „
Methan	1,2 „ „
Stickstoff (unmittelbare Bestimmung)	58,9 „ „
Stickstoff aus der Differenz	84,8 „ „

oder 25,9 v. H. von einem anderen indifferenten Gas, das durch übliche Analysen nicht entdeckt wird.

No. 5. Grubenluft in einer grossen Blechbüchse von 20 l Inhalt, von der Gesellschaft für Südrussische Steinkohlenindustrie bestellt, um zu versuchen, das samt dem Stickstoff darin enthaltene indifferente Gas auszuscheiden.

Kohlensäure	0,1 v. H.
Sauerstoff	21,9 „ „
Stickstoff (unmittelbare Bestimmung)	75,9 „ „
Stickstoff aus der Differenz	78,9 „ „

Somit unterscheidet sich dieses untersuchte Gas wenig von gewöhnlicher Luft, da der gefundene unwesentliche Gehalt an Kohlensäure von keiner Seite aus charakteristisch erscheint. Der Stickstoff wurde zweimal bestimmt; einmal, ohne die Kohlensäure und den Sauerstoff zu entfernen, wobei der Stickstoffgehalt zu 75,72 v. H. gefunden wurde; das andere Mal nach Entfernung der genannten Gase, wobei der Stickstoffgehalt gleich 76,21 v. H. gefunden wurde.

No. 6. Grubengas aus dem Schacht No. 3 der Rykoffschen Gruben, aus dem blinden Anhau. Vermutlich etwa 4 v. H. Methan.

Kohlensäure	0,6 v. H.
Sauerstoff	17,4 „ „
Methan	fehlt
Stickstoff (unmittelbare Bestimmung)	71,7 v. H.
Stickstoff aus der Differenz	82,0 „ „

Der Unterschied zwischen dem durch Analyse gefundenen und berechneten Stickstoffgehalt erreicht auch in diesem Falle 10,3 v. H., d. h. eine Zahl, die auf keine Weise durch Analysenfehler erklärt werden kann; und es ist daher anzunehmen, dass auch dieses Grubengas ausser dem Stickstoff noch ein anderes indifferentes Gas in ganz beträchtlicher Menge enthält.

Der Gehalt an Methan wurde im gegebenen Fall mit grosser Sorgfalt nach 3 verschiedenen Verfahren kontrolliert: durch Verbrennung mit Kupferoxyd, durch Verbrennung mit Luftüberschuss durch ein Röhrchen mit Palladiumasbest und durch Verbrennung mit Luftüberschuss durch den Strom in *Winkler*scher Quecksilberpipette; in keinem Fall ist nach der Verbrennung und Behandlung mit Kalilösung irgend welche wesentliche Volumkontraktion beobachtet, d.h. die Anwesenheit von Kohlensäure nach der Verbrennung wahrgenommen worden. Der Stickstoff wurde zweimal bestimmt: einmal, ohne die Kohlensäure und den Sauerstoff zu entfernen, wobei sein Gehalt zu 71,9 v. H. gefunden wurde; das andere Mal, nach Entfernung der genannten Gase, erwies sich sein Gehalt gleich 71,5 v. H. Diese Analyse zeigt zugleich, dass ein geringer Gehalt an Kohlensäure keinen grossen Einfluss auf die Genauigkeit der Bestimmung hat; wenn die Kohlensäure aber in grösserer Menge anwesend ist, wird der Stickstoffgehalt stets kleiner gefunden, als wenn er in demselben Gasgemisch nach der Entfernung der Kohlensäure bestimmt wird.

No. 7. Grubengas aus den Rykoffschen Gruben, Zeche Makarjeff, Schacht No. 4, Gas aus einer Schnur.

Kohlensäure	fehlt
Sauerstoff	0,2 v. H.
Methan	97,2 „ „
Stickstoff aus der Differenz	2,6 „ „

Neben Methan enthält dieses Gas eine geringe Menge freien Wasserstoffs.

No. 8. Grubengas aus den Rykoffschen Gruben, Schacht No. 4. Gas aus einer Schnur.

Kohlensäure	fehlt
Sauerstoff	0,3 v. H.
Methan	98,7 „ „
Stickstoff aus der Differenz	1,0 „ „

No. 9. Grubengas aus den Rykoffschen Gruben, Zeche Makarjeff. Aus dem Schacht No. 4 entweichende Luft.

Kohlensäure	fehlt
Sauerstoff	20,8 v. H.
Methan	fehlt
Stickstoff (unmittelbare Bestimmung)	76,5 v. H.
Stickstoff aus der Differenz	79,2 „ „

Oder, der Unterschied im Gehalt an gefundenem und berechnetem Stickstoff übersteigt keine 2,7 v. H.

Indem wir die erhaltenen analytischen Werte durchsehen, können wir zum Schluss kommen, dass die Zusammensetzung des Grubengases lange nicht so einfach ist, als bis jetzt angenommen wurde, da in ihm zweifellos neben Stickstoff öfters noch ein anderes indifferentes Gas, manchmal sogar in ganz beträchtlichen Mengen, enthalten ist.

Es ist zu erwarten, dass weitere nähere Untersuchungen seine Natur und chemische Individualität klarlegen werden;

sei es, dass dieses Gas sich als ein indifferentes kohlenstoffhaltiges Gas, wie ich es auf Grund der gemachten Beobachtungen annehme, erweisen wird; sei es, dass es der Gruppe der neuen indifferenten Gase zugestellt werden wird; in jedem Falle ist es sehr wichtig zu wissen, dass an der Zusammensetzung des Grubengases ein unbekannter chemischer Stoff teilnimmt, der mit grösster Wahrscheinlichkeit mehr oder weniger scharf ausgeprägten physiologischen Einfluss hat, sowie in jenen nennenswerten Schäden, Unglücksfällen und Verlusten, die durch die Explosionen der Grubengase das Leben und Vermögen der an dieser schweren Arbeit beteiligten Menschen gefährden, eine Rolle spielt.

Die physiologische Einwirkung der Luft auf den menschlichen Organismus ist ausserordentlich wichtig, da die Luft das notwendigste Element zur Aufrechterhaltung der Lebenstätigkeit vorstellt. Während ein Mensch ohne feste Nahrung eine ganz beträchtliche Frist von etwa 25—40 Tagen, ohne Wasser bis zu 5—8 Tagen leben kann, vermag er ohne Luft nicht länger als einige Minuten sein Leben zu erhalten.

Ein erwachsener Mensch atmet im Laufe von 24 Stunden im Mittel etwa 900 l. oder 11,6 kg Luft ein. Solch eine ungeheure Menge gasförmigen Gemisches, das neben dem aktiven Sauerstoff in der Menge von 20—21 Volumhundertteilen, auch aus dem indifferenten Stickstoff und anderen Gasen besteht, kommt durch die Vermittlung der Lungen mit dem Blute in innigste Berührung und übt zweifellos auf den Organismus den grössten Einfluss aus. Eben darum erscheint die Annahme möglich, dass Aenderungen in der Zusammensetzung der Luft, nicht allein im Sinne der Verminderung des Hundertteilgehalts an Sauerstoff in derselben, sondern auch im Sinne ihrer Bereicherung durch andere indifferente Gase ausser Stickstoff, sich unbedingt durch Störungen des normalen Verlaufs des Atmungsprozesses in grösserem oder kleinerem Masse bekunden müssen.

In Verbindung damit kann die in Steinkohlengruben beobachtete, ganz eigenartige Augenerkrankung „nystagmus" und Lungenerkrankung „miner's asthma" hingestellt werden, wovon im Aufsatz „The Health Conditions of Coal-Mining"[13]) Erwähnung getan ist. Die erste Erkrankung zeichnet sich nicht durch besondere Bösartigkeit aus und kennzeichnet sich durch Liderschwankungen, Drehung des Augapfels, Schwindel, Kopfweh, sowie auch durch bewegliche Hallucinationen oder zitternde leuchtende Punkte vor Augen. In schweren Fällen fängt die erkrankte Person zu schwanken an und fühlt sich dermassen schlecht, dass sie die Arbeit aufgeben muss. Der Aufenthalt in frischer Luft bringt eine wesentliche Erleichterung mit sich. Das kennzeichnende Merkmal der Krankheit „miner's asthma" ist der schwarze Speichel; diese letztere Erkrankung darf nicht als eine ausschliesslich den Kohlengrubenarbeitern eigentümliche angesehen werden, da sie auch in einigen anderen Industrien beobachtet wird.

In letzter Zeit ist, wie in der genannten Abhandlung mitgeteilt wird, mit der Verbesserung der Lüftung die Anzahl der Lungenerkrankungen in den Gruben im wesentlichen Masse geringer geworden.

Es verdient auch der Umstand Aufmerksamkeit, dass nach den Angaben von *Schloesing* fils[14]) das Grubengas etwa 1—3 v. H. Argon enthält, sowie dass das Argon, ein Gas, welches anfangs als ein durchaus indifferentes, inaktives Element angesehen wurde, bei näherer Bekanntschaft mit ihm sich als fähig erweist, Verbindungen einzugehen, und sogar, was besonders wichtig ist, nach den letzten Arbeiten von *Schloesing* fils, *Nasini* und *Anderlini* und schliesslich von *Ramsay*[15]) selbst imstande ist, sich mit dem Magnesium zu verbinden, mit ebendemselben Magnesium, dessen Erhitzen bei der quantitativen Bestimmung des Argons zwecks seiner Trennung vom Stickstoff angewendet wird, was offenbar einen ganz erheblichen Fehler zur Folge haben muss.

[13]) Cassiers Magazine, T. **15**, S. 271.

[14]) Compt. rend. **123**, 233. *Dammer*, Handbuch der anorgan. Chemie. Die Fortschritte der anorgan. Chemie in den Jahren 1892—1902, **4**, 2, S. 177.

[15]) *Dammer*, Handbuch der anorgan. Chemie. Die Fortschritte der anorgan. Chemie in den Jahren 1892—1902, **4**, 2, S. 182.

Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 439 d. Bd.)

2. Wasserrohrkessel mit geraden Rohren und einer Wasserkammer.

Diese Bauart der Wasserrohrkessel findet für Landkessel viel weniger Anwendung als diejenige mit zwei Wasserkammern. Für Schiffskessel dagegen scheinen sich Einkammerkessel besser zu eignen, sie finden hier auch leichter Eingang. Der Grund hierfür ist hauptsächlich in der grösseren Unempfindlichkeit gegenüber plötzlichen Temperaturänderungen zu finden. Die nur an einem Ende fest eingebauten Wasserröhren können sich entsprechend der ungleichen Erwärmung auch verschieden stark ausdehnen. Das Anheizen eines Einkammerkessels kann daher in der Regel schneller als beim Zweikammerkessel erfolgen, ohne dass erhebliche Zusatzspannungen in den Konstruktionsteilen wachgerufen werden. Auch ein plötzliches Forcieren ist beim Einkammerkessel besser durchführbar.

Dagegen wird aber der erzeugte Dampf viel leichter nass werden, denn infolge der, mit Rücksicht auf den Wasserumlauf, notwendigen Zweiteilung der Kammer findet der aufsteigende Dampf nur die Hälfte des ganzen Kammerquerschnittes vor. Es wird sich daher empfehlen, diese Kessel mit einem Ueberhitzer zu versehen, der um so unentbehrlicher wird, je stärker die Kesselbeanspruchung sich gestaltet.

In Deutschland wird der Einkammerkessel für den Landbetrieb hauptsächlich von der *Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik vorm. Dürr & Co.*, von der Firma *E. Willmann* in Dortmund und von *Walther & Cie.*, Kalk bei Köln a. Rh., gebaut.

Der *Dürr*kessel ist in Fig. 215—217 dargestellt. Als neu ist die veränderte Konstruktion und der Einbau des Ueberhitzers zu erwähnen. Die konstruktive Ausbildung des Röhrenelementes und der Verschlüsse ist dieselbe geblieben. Fig. 218—221 geben die Einzelheiten dieser bewährten Verschlüsse wieder.

Die Wasserkammer hat eine Breite von 300 mm und ist der ganzen Höhe nach durch ein Blech von 6 mm Dicke in zwei Hälften geteilt.

Die vordere Hälfte der Wasserkammer führt das Wasser aus dem Oberkessel in die Füllrohre, das sind dünnwandige etwa 55 mm weite Rohre, die in die starkwandigen Siederöhren von 108 mm oder auch 114 mm äusseren Durchmesser und $3^3/_4$ mm Wandstärke eingesetzt sind. In den Füllröhren fliesst das Wasser abwärts nach hinten, gelangt dann in den ringförmigen Raum der Siederöhren, steigt hier mit dem sich bildenden Dampf nach vorn auf und kommt in die zweite Hälfte der Wasserkammer. Von hier gelangt der Dampf durch einen kastenförmigen, bis zum mittleren Wasserstande geführten Aufsatz in den Dampfraum. Der *Dürr*kessel arbeitet demnach mit einer zwangläufigen Wasserbewegung. Das Speisewasser wird hinten in den Oberkessel eingeführt. Der sich hier absetzende Schlamm kann durch einen Stutzen von Zeit zu Zeit abgeblasen werden.

Die Siederöhren werden in die hintere Wand der geschweissten prismatischen Wasserkammer mittels Konus ohne Dichtungsmaterial eingesetzt. Die vordere Wand der Wasserkammer erhält die notwendigen Oeffnungen zum Einsetzen und Reinigen der Siederöhren. Die Oeffnungen der Kammer-

wand werden durch konische Innenverschlüsse, den sogen. Glockenverschluss, verschlossen (Fig. 218). Da die Dichtungsflächen sauber bearbeitet sind, ausserdem eine gewisse Federung im Konus möglich ist, so kann auch hier ohne weiches Dichtungsmaterial rein metallisch gedichtet werden. Die Zwischenwand in der Wasserkammer wird durch die Versteifungsstehbolzen und durch Gegenmuttern gehalten.

Die Verschlüsse an den hinteren Rohrenden sind entweder Aussenverschlüsse mit Kapsel und Bügel oder Innenverschlüsse mit Konus und Glocke.

Der Aussenverschluss ist in Fig. 218—220 dargestellt; Länge und 13,5 mm Wandstärke ausgerüstet. Die Siederöhren haben 114 mm äusseren Durchmesser und sind 5,575 m lang. Die Wasserkammer ruht mittels seitlicher Winkel auf zwei gusseisernen kastenförmigen Stützen, während der Oberkessel am hinteren Ende auf einem I Träger aufliegt. Die Röhren sind hinten durch eine gusseiserne Platte geführt und können sich frei ausdehnen.

Der Dampf gelangt aus dem Oberkessel in den Ueberhitzer, der gewöhnlich zwischen dem ersten und zweiten Zuge eingebaut ist.

Bei der früheren Bauart des *Dürr*schen Ueberhitzers



Fig. 215.

Fig. 216.

Fig. 215—217. Röhrenkessel der Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik vorm. Dürr & Co.

das Siederohr ist am hinteren Ende zusammengezogen und mit einem aufgeschweissten, konisch abgedrehten Bunde versehen. Ueber den eingezogenen Hals des Rohrendes wird eine zweiteilige Schelle gelegt, die durch den Verschlussbügel gefasst wird. Die Druckschraube des Verschlussbügels drückt dann die Verschlusskappe, welche innen mit einem gedrehten konischen Rande versehen ist, gegen den Konus des Rohres.

Der Innenverschluss des Rohrendes ist in Fig. 221 dargestellt und ohne weiteres verständlich.

Soll das Wasser aus dem Kessel abgelassen werden, so ist wegen der Neigung der Röhren das Lösen sämtlicher Rohrverschlüsse nötig. Mit Rücksicht hierauf erscheint der Aussenverschluss zweckmässiger, da sämtliche Teile bequem entfernt werden können und die Reinigung der Röhren besser ausgeführt werden kann. Beim Innenverschluss kann der Konus nur nach vorn durch das Rohr hindurch entfernt werden; ausserdem können viel leichter Beschädigungen oder Verschmutzungen der Dichtungsflächen eintreten. Dagegen erscheint der Innenverschluss betriebssicherer, doch hat sich auch der Aussenverschluss gut bewährt.

Bei Schiffskesseln, wo das Entleeren möglichst schnell vollzogen werden muss, werden die *Dürr*kessel mit Aussenverschlüssen an den Rohrenden versehen, die aus einer mit Gewinde versehenen Kapsel aus Manganbronze bestehen. Die Rohrenden sind hierbei nach Fig. 222 derart ausgeführt, dass das vollständige Abfliessen des Wassers möglich und das Zurückbleiben von Schlamm und Schmutz verhindert ist.

Der in Fig. 215—217 dargestellte *Dürr*kessel hat 154,2 qm wasserberührte Heizfläche, 14,76 qm Ueberhitzerfläche, 3,17 qm Rostfläche und arbeitet mit 10 Atm. Spannung; er ist mit einem Oberkessel von 1,3 m Durchmesser, 7,3 m

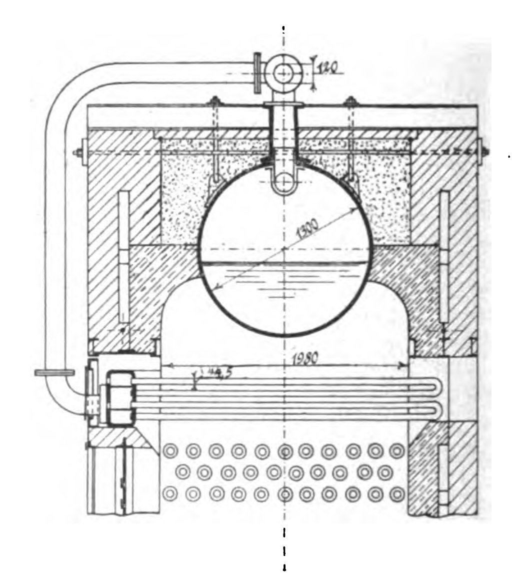


Fig. 217.

fanden auch Doppelröhren Anwendung, wobei der Einbau in der Regel zwischen dem dritten und vierten Feuerzuge erfolgte. Diese Anordnung (vergl. D. p. J. 1899, **312**, S. 67) konnte naturgemäss nur zu einer geringen Ueberhitzung führen. Die *Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik vorm. Dürr & Co.* führt daher neuerdings ihren Ueberhitzer in der in Fig. 223—225 besonders dargestellten Weise aus.

Die Dampfkammer des Ueberhitzers ist ein geschweisster prismatischer Kasten aus bestem Flusseisen, der durch Stehbolzen aus gleichem Material wirksam versteift ist. In

dieser Kammer sind Zwischenwände eingebaut, welche den Raum in mehrere Abteilungen zerlegen. Diese Abteilungen stehen nun durch die Ueberhitzerröhren in Verbindung.

Der Dampf tritt durch den linken Stutzen, Fig. 224, ein und passiert die einzelnen Abteilungen durch Vermittlung der Ueberhitzerröhren von unten nach oben. Die oberste Abteilung steht dann mit dem rechtsliegenden Austrittsstutzen in Verbindung.

kesseln die Regel ist, in der Längsrichtung; doch baut *Montupet* auch Landkessel und insbesondere Schiffskessel mit querliegendem Oberkessel. Die Speisevorrichtung für diese Kessel ist in Fig. 227 wiedergegeben. Das Speisewasser wird direkt in den Dampfraum eingespritzt, durch ein Blech aufgefangen und in die Rinne *n* geleitet. Der sich hier absetzende Schlamm wird zeitweise abgeblasen.

Die Wasserzirkulation ist wie beim *Dürr*kessel durch

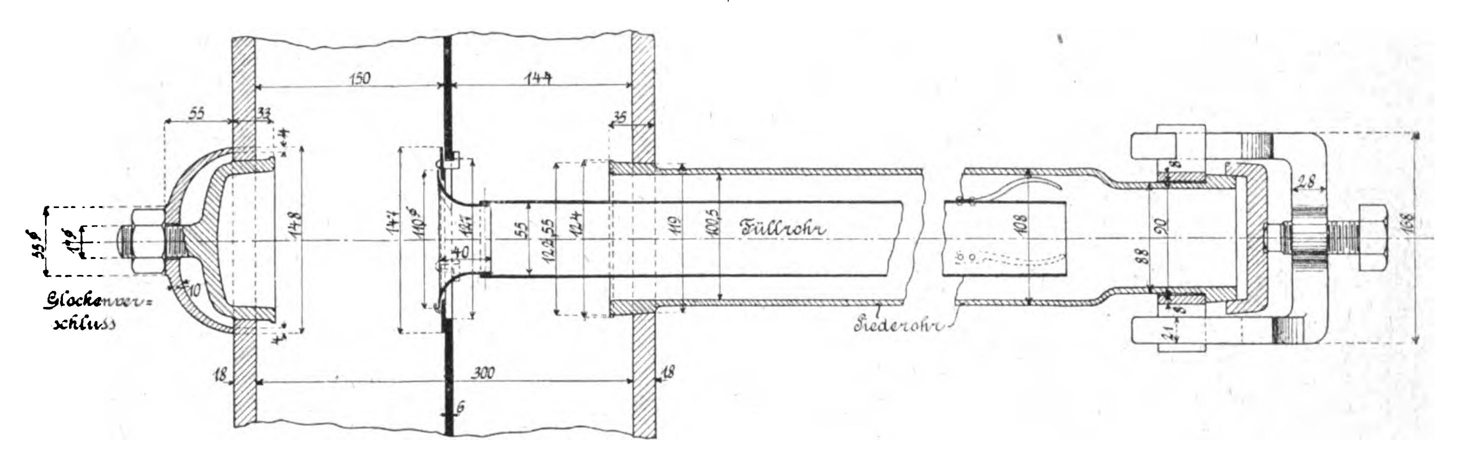


Fig. 218.

Die Ueberhitzerrohre sind kalt gezogene, nahtlose Stahlröhren und haben die Form Fig 225; sie werden an beiden Enden in die Ueberhitzerkammer eingewalzt, ausserdem durch Eintreiben von Dornen durchaus fest in der Kammerwand befestigt, und die vorstehenden Enden umgebördelt.

Wird die Ueberhitzerheizfläche etwa gleich einem Drittel der Kesselheizfläche gewählt, so ergibt sich nach den Angaben der Firma eine Ueberhitzung von etwa 100°, wenn der Einbau hinter dem ersten Zuge erfolgt. Bei einer Ueberhitzung von 30—40° genügt eine Ueberhitzerfläche gleich $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ der Kesselheizfläche.

Fig. 219. Fig. 220.

Fig. 218—220. Röhrenelement mit Verschlüssen zum Dürrkessel.

Der Einbau der Ueberhitzers über dem dritten Zuge wird nur auf besonderen Wunsch ausgeführt; natürlich ist dann die Ueberhitzung eine geringere.

Das ältere System mit Doppelröhren wird auf Wunsch der Besteller für Landkessel auch jetzt noch geliefert; für Schiffskessel kommt das frühere System noch ausschliesslich zur Anwendung.

Das neue System besitzt gegenüber der Verwendung von Doppelröhren den Vorteil, dass bei demselben die Ueberhitzung eine intensivere bei gleicher Heizfläche ist; es lässt sich aber bei den Schiffskesseln weniger gut verwenden, weshalb bei diesen das doppelrohrige System weiter Verwendung findet.

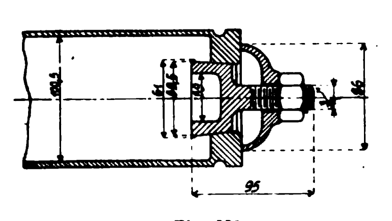


Fig. 221.
Innenverschluss der Rohrenden am Dürrkessel.

Der von der Firma *E. Willmann* in Dortmund gebaute Einkammerkessel mit Doppelröhren ist bereits früher (D. p. J. 1899, **312**, S. 81) ausführlich besprochen worden, so dass hier darauf verwiesen werden kann.

In Frankreich werden die Einkammerkessel mit Doppelröhren von mehreren Firmen in sehr verschiedener Ausführung mit sorgfältiger Durchbildung der Einzelheiten gebaut.

Der *Montupet*kessel ist in Fig. 226—234 zur Darstellung gebracht. Fig. 226 gibt einen Kessel von 126 qm Heizfläche für eine stündliche Dampferzeugung von 2000 kg wieder. Der Oberkessel liegt hier, wie dies bei den Land-

eine Scheidewand in der Wasserkammer und durch Einhängerohre bewirkt, nur ist die Einzelkonstruktion eine andere. Fig. 228 zeigt ein Rohrelement von 100 mm lichter Weite. Das äussere starkwandige Rohr wird hier nicht nur in der Aussenwand der Wasserkammer, sondern auch in der Zwischenwand der letzteren befestigt. Die Zwischenwand ist deshalb auch in entsprechender Stärke ausgeführt. Diese Befestigungsweise soll dem Rohr eine sichere Lage geben, so dass die durch die Wärme veranlassten Formänderungen keinen erheblichen Einfluss auf die Befestigungsstelle ausüben können.

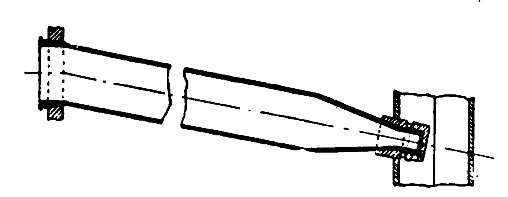


Fig. 222.
Wasserrohr mit Verschluss zum Schiffskessel System Dürr.

Sollen die beiden Befestigungsflächen einen dichten Dampfabschluss bilden, so müssen sie sehr sorgfältig eingepasst werden; *A. Montupet* bewirkt dies dadurch, dass die einzelnen Rohre in einem passend geformten Kaliber bis auf das genaue Mass aufgewalzt werden. Die Rohre erhalten am Ende einen vorstehenden Bund, um ihre Lage im Kesselblech auf alle Fälle zu sichern.

Das innere dünnwandige Rohr wird vorn mit einem trichterförmigen Kopfstück in das Aussenrohr eingesetzt.

Die Konstruktion von *Montupet* erzielt zwar einen

sichereren Abschluss in der Scheidewand als die Konstruktion von *Dürr*, doch ist beim *Montupet*kessel das Aufsteigen der Dampfblasen durch die Fortsetzung des Aussenrohres bis zur Scheidewand nicht unerheblich erschwert.

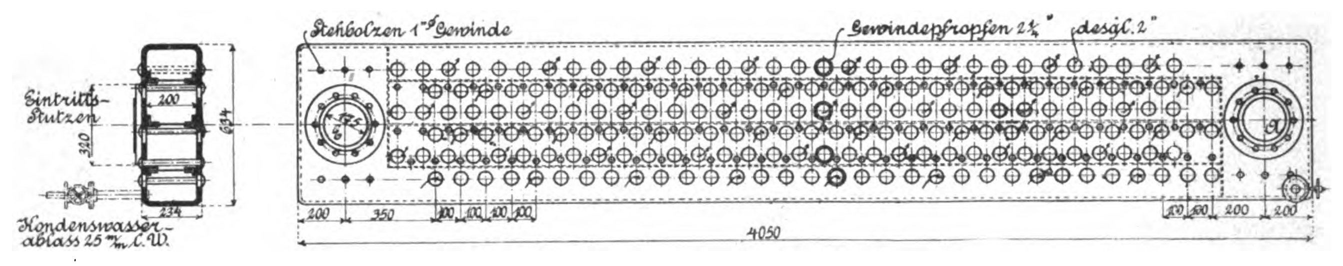
Ferner findet auch der Wasserstrom beim Eintritt in die inneren Zirkulationsröhren einen grösseren Kontraktionswiderstand, da einerseits die Rohrenden nicht unerheblich aus der Zwischenwand in die vordere Hälfte der Wasserkammer hineinragen, und weil andererseits die Form des Trichters am Zirkulationsrohr den Uebergang der Querschnitte nicht so allmählich bewirkt, wie dies bei der Trichterform des *Dürr*kessels (vergl. Fig. 218) der Fall ist.

Die vorstehend erwähnten Umstände werden die Wasserbewegung im *Montupet*kessel jedenfalls beeinträchtigen, was um so mehr Beachtung verdient, weil die Kessel mit Zirkulationsröhren an sich schon bezüglich der Wasserbewegung nicht ganz so günstig dastehen, wie die normalen Zweikammerkessel.

nach Fig. 229 u. 230 geformt sind. Als Vorzug dieser Konstruktion wäre anzuführen, dass nur zwei Bohrer für die Herstellung der 3 Oeffnungen, wie in Fig. 231 angedeutet, notwendig sind. Der Verschlussdeckel kann, wie bei den ovalen Handlöchern, durch die Oeffnung eingeführt werden.

Fig. 232 gibt noch die Konstruktion eines Rohrelementes für 80 mm lichte Weite wieder. Der hintere Gewindeabschluss hat einen Durchmesser, der etwa der Lichtweite des Rohres entspricht, wodurch ein besserer Abfluss des Wassers beim Reinigen der Rohre erzielt wird, als dies bei der Ausführung des Rohrelementes nach Fig. 228 möglich ist. Ferner ist dem Dampfe durch die weiten Aussparungen des Rohres in der Wasserkammer ein leichteres Aufsteigen ermöglicht; dagegen ist auch hier die wenig zweckmässige Form des Trichters beibehalten worden.

Fig. 223. Fig. 224.



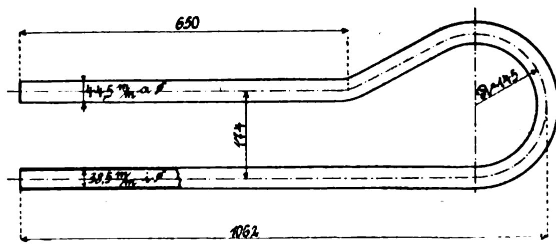


Fig. 225.

Fig. 223–225. Ueberhitzer zum Dürrkessel.

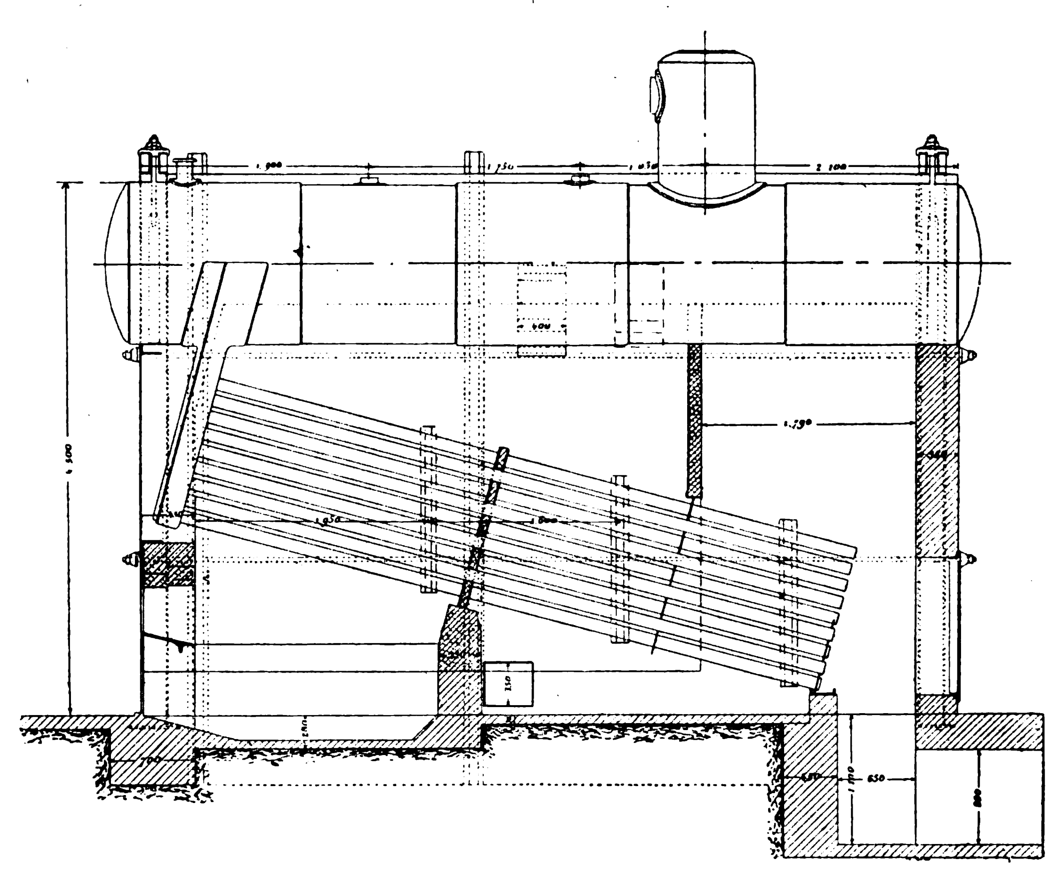


Fig. 226.

Röhrenkessel von Montupet.

Hinten werden die Rohre durch einen Gewindestutzen verschlossen.

Eine originelle Form besitzen die Handlöcher, welche nicht in der üblichen Weise kreisrund oder oval, sondern

Das Einziehen der Rohre erfolgt in der in Fig. 233 dargestellten Weise; Fig. 234 gibt die Vorrichtung für den Ausbau eines Rohres wieder. Die Verwendung beider Vorrichtungen ist aus den Fig. 233 u. 234 ohne weiteres ersichtlich.

Beim *Turgan*kessel, Fig. 235—238, wie er von der Firma *Turgan & Foy,* Levallois-Perret (Seine), gebaut wird, vertritt der Dampfsammler die Wasserkammer. Im Innern des Dampfsammlers (Fig. 235) ist ein Behälter A aus dünnen

Die Feuerzüge werden dadurch gebildet, dass nach Fig. 238 bestimmte Rohre einen grösseren Durchmesser erhalten; infolge der gegenseitigen Berührung dieser Rohre wird eine Scheidewand für die Führung der Feuergase geschaffen.

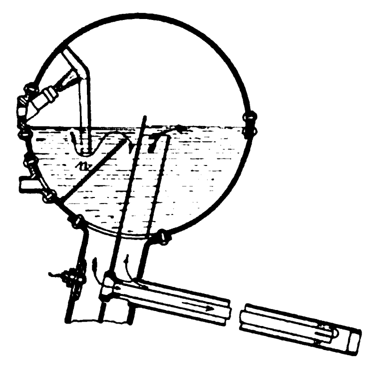


Fig. 227.
Speisevorrichtung zum Montupetkessel.

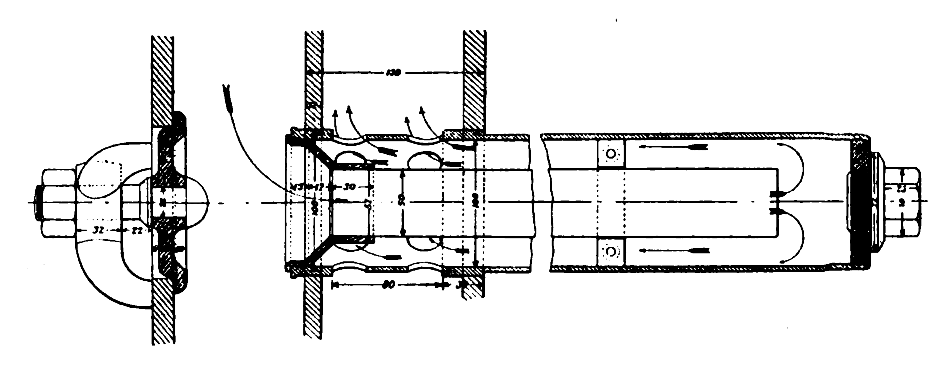


Fig. 228.
Rohrelement von 100 mm lichte Weite zum Montupetkessel.

Blechtafeln von 3—5 mm Stärke eingebaut, aus dem die dünnwandigen Zirkulationsröhren mit Wasser gespeist werden. Der Behälter A steht oben durch Oeffnungen mit dem Dampfraum des Kessels in Verbindung.

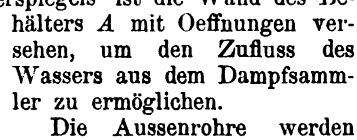


Fig. 229. Fig. 230.
Handlöcherverschluss am Montupetkessel.

Die Zirkulationsröhren sind unten geschlossen und haben nur seitliche Oeffnungen, durch welche das Wasser in die Aussenrohre eintreten kann. Nach den Versuchen von *Turgan* soll nur bei einer derartigen Konstruktion der Röhren eine richtige Zirkulation des Wassers eintreten.

In der Höhe des Wasserspiegels ist die Wand des Behälters A mit Oeffnungen versehen, um den Zufluss des Wassers aus dem Dampfsammler zu ermöglichen.

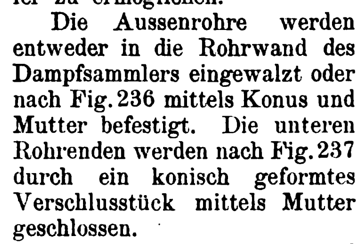
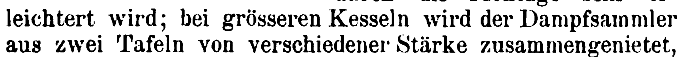


Fig. 231.
Bohrung der Handlöcher am Montupetkessel.

Die Aussenrohre werden entweder in die Rohrwand des Dampfsammlers eingewalzt oder nach Fig. 236 mittels Konus und Mutter befestigt. Die unteren Rohrenden werden nach Fig. 237 durch ein konisch geformtes Verschlusstück mittels Mutter geschlossen.

Bei kleineren Kesseln wird der Dampfsammler aus zwei Teilen zusammengeschraubt, wodurch die Montage sehr erleichtert wird; bei grösseren Kesseln wird der Dampfsammler aus zwei Tafeln von verschiedener Stärke zusammengenietet,



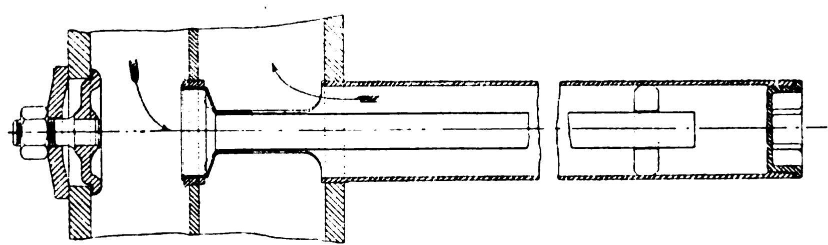


Fig. 232.
Rohrelement von 80 mm lichte Weite zum Montupetkessel.

wobei die stärkere Tafel für die Befestigung der Röhren benutzt wird. Der eine Stirnboden des Kessels wird angenietet, der andere angeschraubt.

An den Enden werden die weiten Rohre auf das normale Mass zusammengezogen.

Bei grösseren Kesseln, welche zwei Roste erfordern, wird der Feuerraum in der Mitte durch eine vertikale Rohrreihe als Scheidewand geteilt. Bei drei Rostflächen kommen 2 schrägliegende Rohrreihen als Scheidewände zur Anwendung.

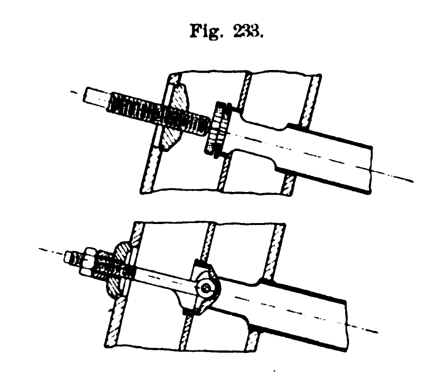


Fig. 233.

Fig. 234.
Fig. 233 u. 234. Vorrichtungen zum Ein- und Ausziehen der Rohre am Montupetkessel.

Eine eigenartige Befestigung der Rohre in den Wänden der Wasserkammer findet sich bei dem Kessel von *Strahlendorff*, Chester in England. Fig. 239 zeigt diese Befestigung nach dem amerikanischen Patent.

Es bedeuten C und D die beiden Aussenwände und E die Zwischenwand der Wasserkammer. In die Wand D wird zunächst mit einem Konus das Rohrstück I, die sogenannte äussere Laterne, eingesetzt und durch den Konus J mittels Gewinde befestigt. Dann wird das äussere Verdampfungsrohr G eingeschoben und durch die innere Laterne K gehalten. Die äussere Laterne I hat zu diesem Zwecke an der Befestigungsstelle in der Wand

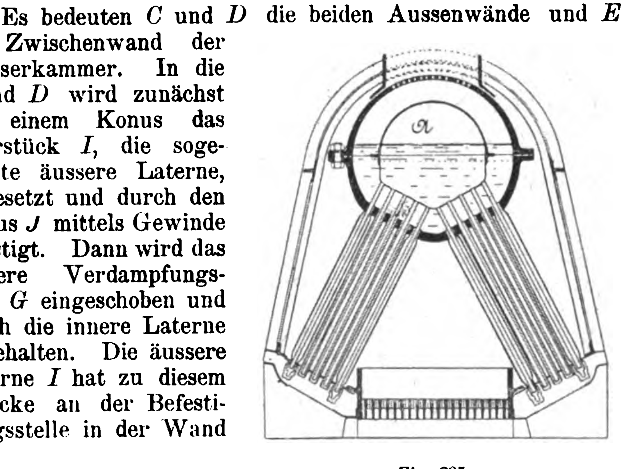


Fig. 235.
Dampfsammler zum Turgankessel.

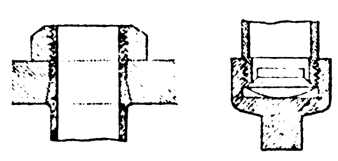


Fig. 236. Fig. 237.
Rohrbefestigung und Rohrverschluss zum Turgankessel.

D einen Doppelkonus, gegen dessen Innenfläche das Rohr G gepresst wird.

Die innere Laterne K nimmt bei O in einer konischen



Fläche das dünnwandige Zirkulationsrohr H auf, welches durch eine zweite, innere Laterne L gehalten wird. Die Laterne L wird durch die Mutter N befestigt.

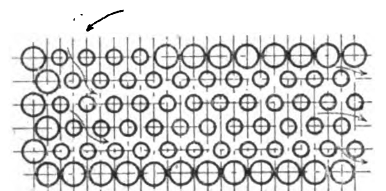


Fig. 238.
Führung der Heizgase am Turgankessel.

Die Wasserzirkulation erfolgt, wie bei den anderen Systemen, in der Richtung der Pfeile.

Die Konstruktion erscheint jedenfalls mit Rücksicht auf die vielen Dichtungsflächen als sehr kompliziert; es wird auch eine sehr sorgfältige Herstellung notwendig sein, wenn die Befestigung allen Ansprüchen, insbesondere bei starker Anstrengung des Kessels, entsprechen soll. Die sorgfältige Herstellung wird andererseits die Konstruktion zu einer sehr teuren machen.

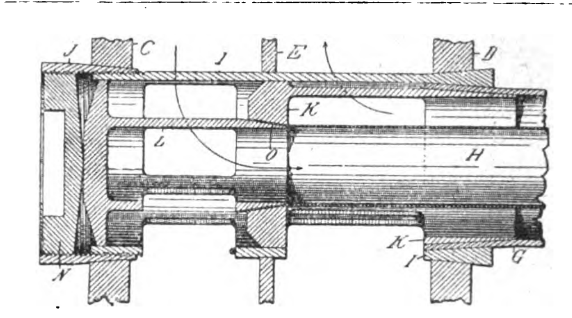


Fig. 239.
Rohrbefestigung beim Kessel von Strahlendorff.

(Fortsetzung folgt.)

Die Curtissche Dampfturbine.

Die „Electrical World and Engineer" bringt einen Vortrag von *Emmet*[1]) über eine neue von *Curtis* erfundene Turbinenkonstruktion, deren erste Patente bereits aus dem Jahre 1895 stammen, über welche indessen bisher keine Beschreibungen veröffentlicht wurden, obwohl die Fabrikation schon in vollem Gange ist und Aufträge auf Maschineneinheiten von zusammen 230000 PS erteilt sind. Wir geben den Vortrag nachstehend auszugsweise wieder.

Seit *James Watts* genialer Erfindung bedeutet die Dampfturbine den ersten wirklich bedeutenden Fortschritt im Bau von Primärmaschinen, der dazu angetan ist, einen völligen Umschwung der bisherigen Verhältnisse herbeizuführen. Während der Hauptteil einer gewöhnlichen Dampfmaschine ein in einem Zylinder gedichteter Kolben ist, welcher durch die Expansion des Dampfes hin und her bewegt wird, liegt den Turbinen die Idee zugrunde, dem Dampf durch seine Expansion eine eigene Geschwindigkeit zu erteilen und durch Stosswirkungen auf die Schaufeln eines rotierenden Rades zu übertragen. Die Ausführung dieses Gedankens erscheint auf den ersten Blick sehr einfach und in ähnlicher Weise lösbar wie bei den Wasserturbinen; doch bedingt, wie die nachstehenden Zahlen zeigen werden, die Uebertragung der hohen Dampfgeschwindigkeit auf Räder mit brauchbaren Umlaufszahlen grosse Schwierigkeiten. Wenn Dampf unter einem Druck von 10,5 $^{kg}/_{qcm}$ in die freie Atmosphäre hinein expandiert, so erteilt er sich dabei eine Geschwindigkeit von etwa 890 $^{m}/_{Sek.}$ Dieser Wert erhöht sich auf 1200 m, wenn die Expansion in einem Vakuum von 710 mm Quecksilbersäule stattfindet. Die Geschwindigkeit des Wassers in der Düse eines Wasserrades beträgt dagegen bei einer Druckhöhe von 30 m nur 24 $^{m}/_{Sek.}$ Vergegenwärtigt man sich, dass die theoretisch günstigsten Betriebsbedingungen gegeben sind, wenn der austretende Flüssigkeits- bezw. Dampfstrahl die doppelte Geschwindigkeit besitzt, wie die Schaufel, auf welche er auftrifft, so kennzeichnen diese Zahlen deutlich den Unterschied beider Maschinen. Während diese Bedingung bei Wasserrädern leicht zu erfüllen ist, kann sie bei Dampfturbinen wegen der begrenzten Festigkeit des Materials der Räder und Schaufeln auch nicht einmal annähernd erreicht werden.

Bevor wir auf die Konstruktionseinzelheiten der *Curtis*schen Turbinen eingehen, seien einige Bemerkungen über die *de Laval*sche und die *Parson*sche Turbine, welche die ersten und für spätere Konstruktionen massgebenden Typen gewesen sind, vorausgeschickt. Bei der *Laval*schen Turbine wird die gesamte potentielle Energie des Dampfes in einer Expansionsdüse in kinetische Energie umgesetzt; der Dampfstrahl trifft auf die Speichen eines einzigen Rades, welches infolge seiner genialen Konstruktion und Lagerung die Benutzung hoher Umfangsgeschwindigkeiten zulässt. Durch ein Vorgelege mit einer Uebersetzung 10 : 1 wird die zu betreibende Dynamomaschine mit der Turbinenwelle gekuppelt. Die im Betriebe benutzte Umfangsgeschwindigkeit am Laufrade beträgt 360 $^{m}/_{Sek.}$, die Dampfgeschwindigkeit 1200 $^{m}/_{Sek.}$ Man sieht, dass hier die theoretisch günstigste Geschwindigkeit nicht annähernd erreicht werden kann. Bei der *Parsons*schen Turbine wird der Dampf in achsialer Richtung zwischen einer Reihe von abwechselnd feststehenden und beweglichen Zylindern hindurchgeführt, welche konzentrisch angeordnet und auf den einander gegenüberstehenden Mantelflächen mit Schaufeln ausgerüstet sind. Beim Durchströmen durch diese Schaufelreihen erlangt der Dampf keine so hohe Geschwindigkeit, wie in der Expansionsdüse der *Laval*schen Turbine; die Geschwindigkeit wird vielmehr mit stufenweise zunehmender Expansion nach und nach erhöht.

Obwohl diese beiden Turbinen nicht zu unterschätzende Erfolge erreicht haben, so waren sie bisher nicht dazu angetan, eine durchgreifende Wandlung der Dampfmaschinentechnik herbeizuführen. Der grosse Mangel an der *Laval*schen Turbine besteht darin, dass ein Zwischengetriebe verwendet werden muss, dessen Wirkungsgrad den der Turbine stark beeinträchtigt, und dass bei grossen Maschineneinheiten die Verwendung eines solchen Getriebes überhaupt unstatthaft ist. Die *Parsons*sche Turbine dagegen hat den Nachteil einer sehr verwickelten Konstruktion, verbunden mit sehr hohen Herstellungskosten.

Die *Curtis*sche Turbine, welche sich in manchen Punkten an die vorbeschriebenen Konstruktionen anlehnt, hat folgende Vorzüge: Die Möglichkeit, weit niedrigere Umfangsgeschwindigkeiten zu verwenden, geringes Gewicht, wenige und verhältnismässig einfache Teile, grössere Oekonomie und geringere Herstellungskosten.

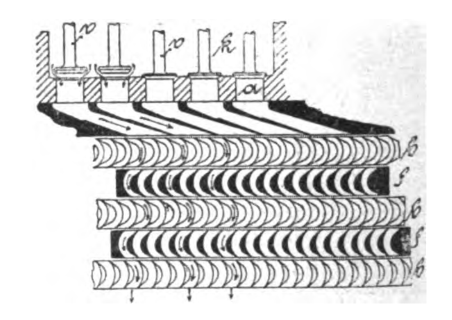
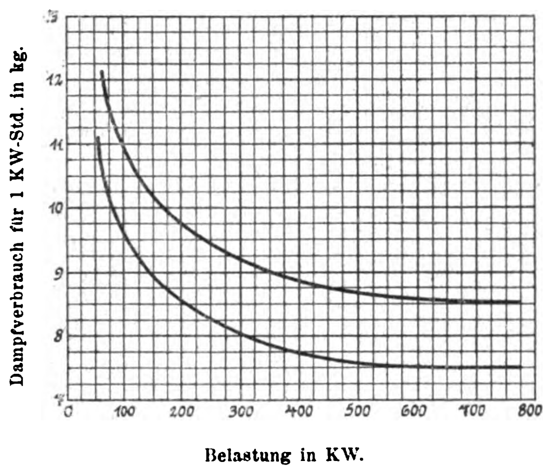


Fig. 1.

Das Wesentliche der Konstruktion des Laufrades ist in Fig. 1 dargestellt. Wie bei der *Laval*schen Turbine findet die Umsetzung der Energie aus dem potentiellen in den kinetischen Zustand in einer Expansionskammer k statt. Durch eine Reihe von gesteuerten Ventilen $v\,v$ tritt sodann der Dampf in das eigentliche Gehäuse der Turbine über und trifft auf die Schaufeln des beweglichen Teiles $b\,b$. Diese Schaufeln sitzen auf mehreren Radkränzen, welche durch eine entsprechende Anzahl von Schaufelkränzen ff auf dem feststehenden Teil getrennt sind. Die Schaufeln des beweglichen und des feststehenden Teiles sind gegeneinander gekrümmt, wie dies aus Fig. 1 zu ersehen ist. Der Dampfstrahl trifft

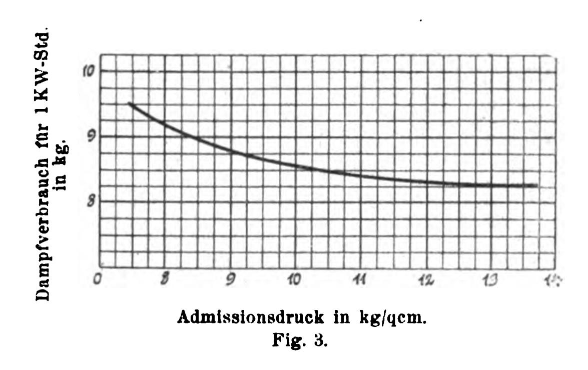
[1]) Gehalten vor der *American Philosophical Society* zu Philadelphia am 2. April.

also zunächst auf die Schaufeln eines beweglichen Kranzes, wird von den Schaufeln des folgenden feststehenden Kranzes zurückgeworfen um sodann auf den nächsten beweglichen Kranz aufzutreffen. Diese Anordnung ermöglicht es, eine hohe Dampfgeschwindigkeit wirksam auf ein relativ langsam umlaufendes Element zu übertragen. Die Expansionskammer besitzt mehrere Ausströmungsöffnungen, sodass der Dampf bei gleichzeitiger Oeffnung derselben in Form eines breiten Bandes gegen die Schaufelräder strömt. Jede Turbine setzt sich zusammen aus mehreren Schaufelradsätzen mit Expansions-



Belastung in KW.
Fig. 2.

kammern. Die Zahl der Sätze oder die Zahl der Räder f. d. Satz richtet sich im allgemeinen nach der gewünschten Grösse der Umfangsgeschwindigkeit; je niedriger letztere ist, eine desto grössere Anzahl von Sätzen, Rädern f. d. Satz oder beides gleichzeitig ist erforderlich. Die Verluste oder Undichtigkeiten in einem der Sätze kommen den nächstfolgenden wieder zugute in Gestalt grösserer Wärme oder grösserer Dampfmenge und ersetzen sich daher zum Teil wieder. Auch Verluste durch Wiederverdampfung von Kondensationswasser fallen fort, da das Wasser in die nächsten

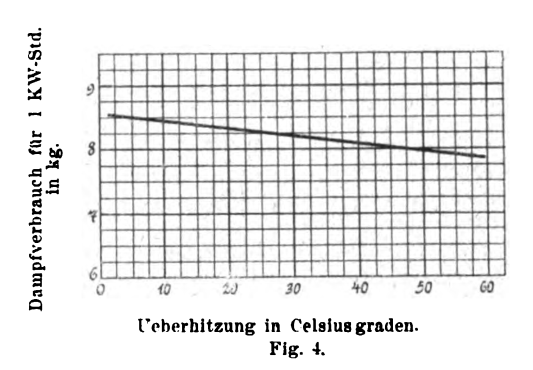


Admissionsdruck in kg/qcm.
Fig. 3.

Kammern eintritt, wo eine niedrigere Dampftemperatur herrscht.

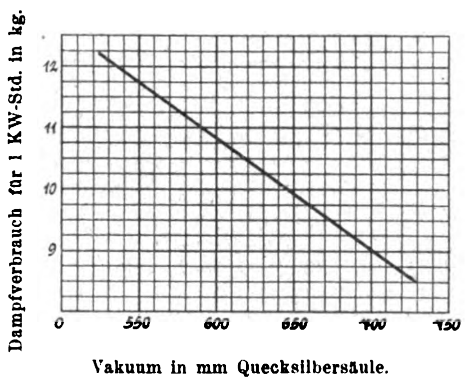
Die Steuerung geschieht in der Weise, dass die Ventile *vv* in bestimmter Reihenfolge geöffnet und geschlossen werden. Es können auch, wenn es aus gewissen Gründen, besonders der Einfachheit halber, angebracht erscheint, die entsprechenden Ventile aller Kammern gleichzeitig geöffnet bezw. geschlossen werden. Fig. 2—5 sind Schaulinien, welche den Dampfverbrauch der Turbinen unter Zugrundelegung einer Maschineneinheit von 600 Kilowatt in Abhängigkeit von der Belastung, dem Admissionsdruck, dem Grade der Ueberhitzung, sowie dem verwendeten Vakuum wiedergeben. Fig. 2 zeigt die hohe Wirtschaftlichkeit der Turbinen; die obere Linie gilt für den Betrieb mit nicht überhitztem Dampf, die untere Linie bei Ueberhitzung des Dampfes um 83,5° C. Die verwendete Umfangsgeschwindigkeit betrug 126 m/Sek. Der Wirkungsgrad bei geringer Belastung ist verhältnismässig hoch und fällt bei Ueberlastung nicht ab, wie dies bei gewöhnlichen Dampfmaschinen der Fall ist. Die Linien (Fig. 4 und 5) für den Grad der Ueberhitzung und des Vakuums sind gerade Linien. Sie zeigen durch ihren Verlauf den grossen Vorteil hoher Ueberhitzung und hohen Vakuums.

Ein nicht zu unterschätzender Vorzug der *Curtis*schen Turbine ist der, dass der Dampf mit Oel nicht in Berührung kommt, und dass daher das Kondenswasser ohne vorherige Reinigung wieder als Kesselspeisewasser Verwendung finden kann. Der



Ueberhitzung in Celsiusgraden.
Fig. 4.

Raumbedarf von Turbinengeneratoren ist im Vergleich zu Dampfmaschinenbetrieben ein äusserst geringer, gleichzeitig ist der Aufbau der Fundamente ein sehr einfacher und billiger. Eine z. Zt. im Bau begriffene Maschineneinheit für 5000 Kilowatt soll auf Grund angestellter Berechnungen zwischen halber Belastung und 50 v. H. Ueberlastung nur um etwa 3 v. H. in ihrem Wirkungsgrad schwanken. Die Gewichte einer solchen Maschine verhalten sich zu denen einer gleich



Vakuum in mm Quecksilbersäule.
Fig. 5.

grossen durch eine senkrechte *Corliss*maschine betriebene Einheit ohne Rücksicht auf die Fundamente wie 1 : 8. Noch krasser fällt der Vergleich mit einer wagerecht angeordneten Verbundmaschine aus. Es liegt daher auf der Hand, dass sich unter Benutzung von Turbinengeneratoren Erweiterungen grosser Kraftwerke im Innern grosser Städte ohne neuen Grunderwerb höchst wirtschaftlich ausführen lassen, und es steht zu erwarten, dass die *Curtis*sche Turbine einen völligen Umschwung im Bau von elektrischen Kraftwerken herbeiführen wird.

Neue Fahrgeschwindigkeitsmesser für Lokomotiven.

In den Kreisen der Eisenbahnfachleute herrscht wohl eine Meinung darüber, dass es immer mehr dringendes Bedürfnis wird, dem Lokomotivführer einen sicher wirkenden und genau anzeigenden Geschwindigkeitsmesser zu geben, damit er imstande ist, die jeweilige Fahrgeschwindigkeit zu jeder Minute ebenso mühelos ohne Proben abzulesen, wie den Wasserstand und Dampfdruck im Kessel. Durch grosse Uebung lassen sich kleinere Fahrgeschwindigkeiten genügend

genau abschätzen oder mit der Uhr in der Hand nach Massgabe der Fahrzeit zwischen zwei Kilometersteinen sicher genug bestimmen; bei grösseren Fahrgeschwindigkeiten versagen beide Arten der Schätzung und Feststellung ganz aus leicht ersichtlichen Gründen; die nachfolgende Tabelle zeigt den Einfluss der Fahrgeschwindigkeit auf die sekundliche Fahrzeit für 200 m.

Für eine Fahrgeschwindigkeit von km/Std.	beträgt die Fahrzeit in Sek. auf 200 m
30	24
40	18
45	16
50	14,4
60	12,0
70	10,0
75	9,6
80	9,0
90	8,0
100	7,2
110	6,5
120	6,0

Die durchgängige Einführung von Geschwindigkeitsmessern erscheint umsomehr geboten, als die Fahrgeschwindigkeit an besonderen Stellen der Strecke — Gefälle, Brücken, Einfahrten in Kopfstationen — durch Ueberwachungsanlagen bekannter Bauart aufgezeichnet wird, um die Ueberschreitung der festgesetzten Grösstgeschwindigkeiten feststellen zu können, und es daher nur billig ist, dem Lokomitivführer ein Mittel in die Hand zu geben, diese mit Sicherheit erkennen zu können.

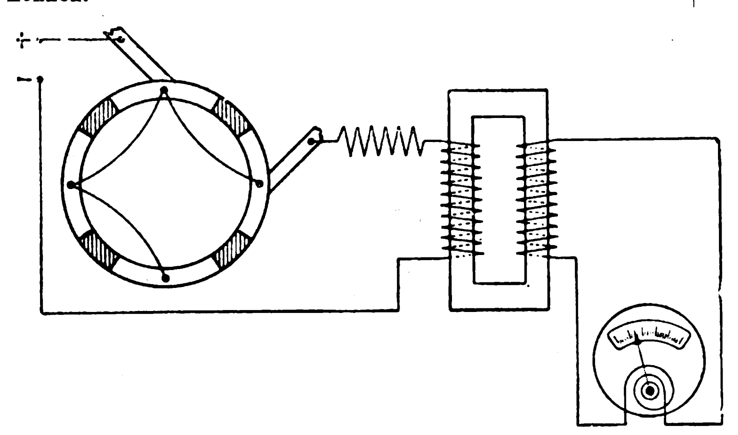




Fig. 1.

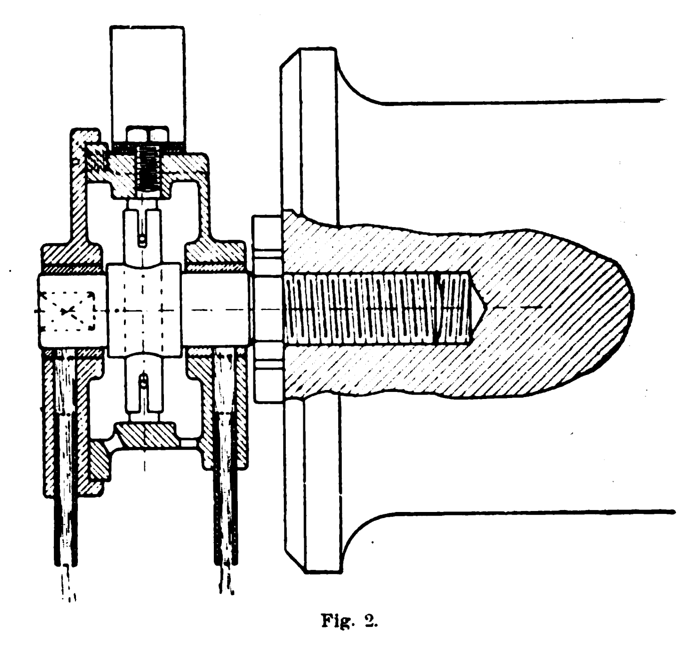


Fig. 2.

Dies Bestreben, die Fahrgeschwindigkeit zu messen, ist zusammen mit der Entwicklung des Eisenbahnwesens gross geworden. Zahlreiche Bauarten von Fahrgeschwindigkeitsmessern sind entstanden, die, so verschieden der Grundgedanke ihrer Wirkungsweise sein mag, man als mechanische Geschwindigkeitsmesser bezeichnen kann.

Nachdem nun in den letzten Jahren Versuche mit elektrischer Zugbeleuchtung angestellt worden sind, zu welchem Zweck einige Lokomotiven mit Dampfdynamos ausgerüstet wurden, lag der Gedanke nahe, die Frage der Geschwindigkeitsmesser auf elektrischem Wege zu lösen.

Die Anregung ging von Regierungs- und Baurat *Wittfeld* aus und führte zu folgenden zwei Bauarten, die als wesentlicher Fortschritt zu bezeichnen sind.

Die erste Bauart stellt sich als ein nach dem Induktortypus gebauter Wechselstromerzeuger in Verbindung mit einem aperiodischen Spannungsmesser dar.

Der Rotor trägt keine Wicklung, sondern besteht lediglich aus weichem, geblättertem Eisen. Der Stator ist ein Feldmagnet mit 12 Polansätzen; 6 tragen die durch Gleichstrom gespeiste Erregerwicklung, 6 die Wicklungen für den zu erzeugenden Wechselstrom. Beide Wicklungen sind je in Reihe geschaltet; die Gleichstromwicklungen sind so verbunden, dass abwechselnd ein positiver und negativer Pol entsteht. Die Feldmagnete werden durch Batteriestrom erregt; an die Wechselstromwicklung ist das auf dem Führerstand angebrachte Messinstrument angeschlossen. Bei Bewegung des Rotors tritt eine Aenderung der Feldstärke ein und mit ihr ändert sich die Spannung des erzeugten Wechselstroms. Werden z. B. zwei nebeneinanderliegende Polansätze durch den Rotor vollständig überbrückt, so erreicht die Feldstärke ihren Grösstwert, der bei Weiterdrehung des Rotors bis Null abnimmt, um mit geänderter Richtung wieder bis zum Grösstwert anzuwachsen. Je grösser die Umdrehungszahl, um so schneller die Aenderung der Feldstärke, und um so grösser die Spannung im Wechselstromkreis. Der Apparat selbst ist im unteren Teil einer Tenderachsbuchse staub- und wasserdicht angebracht. Der Rotor ist durch Kreuzkupplung mit der Tenderachse verbunden. Es sind keinerlei Schleifringe vorhanden. Der Spannungsmesser ist ein Voltmeter nach *Ferraris*, dessen Skala empirisch in km/Std. geaicht ist. Um stets eine konstante Spannung des Erregerstromes zu haben, ist ein Stromregler in den Gleichstromkreis eingebaut. Das Messinstrument ist durch eine eigentümliche Schaltung von Temperaturschwankungen ganz unabhängig. Die Abnutzung der Radreifen und die dadurch bedingte Regelfähigkeit des Geschwindigkeitsmessers wird berücksichtigt durch Regelung der Feldmagneterregung mit Hilfe eines dreistufigen Widerstandes. Dieser Apparat ist von *Siemens & Halske* gebaut worden.

Der zweite elektrische Geschwindigkeitsmesser, von *Dettmar* konstruiert, ist erheblich einfacher, als der eben beschriebene und vermeidet alle die Nachteile, die sich bei jenem im Betriebe herausgestellt haben. Er beruht auf folgender Eigenschaft der Drosselspulen: Durchfliesst Wechselstrom verschiedener Periodenzahl eine Drosselspule, so nimmt seine Stärke mit wachsender Periodenzahl ab. Dieselbe Erscheinung tritt auch bei pulsierendem Gleichstrom auf. Wird nun der Körper, dessen Umdrehungsgeschwindigkeit gemessen werden soll, mit einem Apparat verbunden, der einen vorhandenen Gleichstrom zeitweise auf die Drosselspule schaltet, und wieder unterbricht, so wird der die Drosselspule durchfliessende Gleichstrom mit wachsender Winkelgeschwindigkeit des Körpers abnehmen. Der Stromverbrauch ist also das Mass für die Umdrehungszahl des Körpers. Ein Apparat, nach diesem Prinzip gebaut, wäre jedoch praktisch noch nicht brauchbar, weil mit wachsender Umdrehungszahl die Stromstärke sinkt, womit auch die Genauigkeit kleiner wird, während es gerade darauf ankommt, die höheren Geschwindigkeiten sicher feststellen zu können.

Aus diesem Grunde führt man folgende Schaltung aus (Fig. 1). Der pulsierende Gleichstrom wird in die Primärwicklung eines kleinen Transformators geleitet, in dessen Sekundärwicklung eine annähernd gleichbleibende Spannung induziert wird, weil der Strom in der Primärwicklung mit der Anzahl der Einschaltungen des Apparates zunimmt. Praktisch verwendbar wird aber diese Schaltung erst dadurch, dass vor die Primärwicklung ein Widerstand geschaltet wird, wodurch sich der Stromverbrauch in ihr in geringem Masse ändert,

wogegen die Spannung in der Sekundärwicklung aber mit zunehmender Umdrehungszahl des Unterbrechers stark zunehmen wird. Gleichzeitig wird der vorgeschaltete Widerstand dazu benützt, die Skala des Geschwindigkeitsmessers, der in den sekundären Stromlauf eingeschaltet ist, zu beeinflussen. Die auftretende Stromstärke beträgt 0,1 bis 0,2 Ampère, kann also zu Zerstörungen an dem Unterbrecher kaum führen. Um jedoch ein Funken an den Unterbrechungsstellen gänzlich zu verhindern, ist parallel zur Unterbrechungsstelle ein Widerstand geschaltet, der auf den Transformator aufgewickelt ist; dadurch wird der Ausschlag des Geschwindigkeitsmessers zudem noch erhöht.

Nun ist noch der Einfluss von Spannungsänderungen der Gleichstromquelle zu beseitigen, da mit diesen sich auch die Angaben des Messinstrumentes ändern. Hierzu bedient man sich der sogenannten kompensierten Schaltung, die auf der Verwendung von Leitern mit verschiedenen Temperaturkoeffizienten beruht. Es gelingt, die Spannungsschwankungen ganz zu beseitigen.

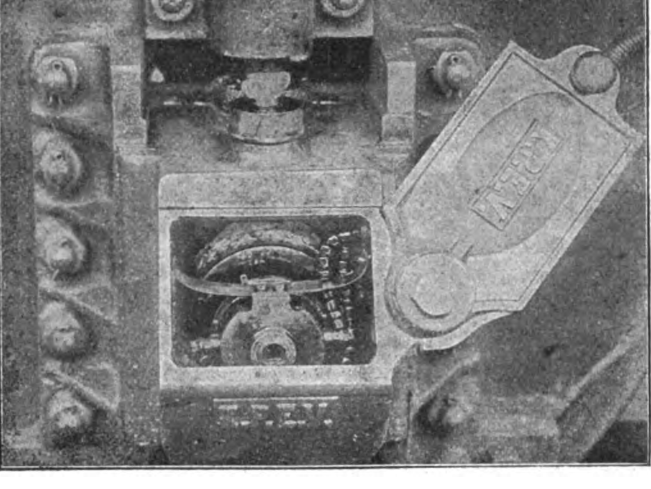
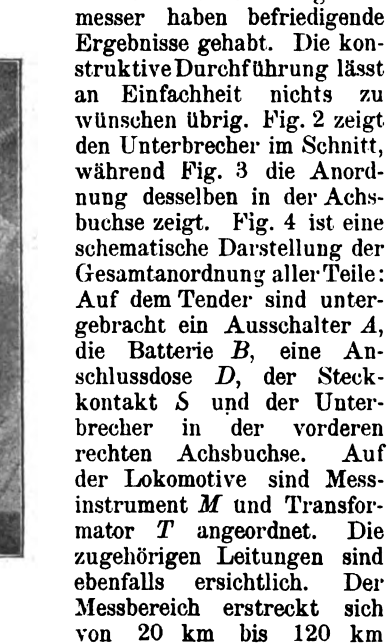


Fig. 3.

Auch von Temperaturschwankungen ist der Geschwindigkeitsmesser fast gänzlich unabhängig, da die sämtlichen Widerstände nur von Wechselstrom durchflossen werden, bei dem die Aenderung des *Ohm*schen Widerstandes ganz zu vernachlässigen ist. So ist durch Versuche festgestellt, dass bei Temperaturschwankungen von $+ 35^{\circ}$ C. nur $+ 0,2$ v. H. Schwankungen in den Angaben des Instruments eintreten.



Die bisherigen Versuche mit diesem Geschwindigkeitsmesser haben befriedigende Ergebnisse gehabt. Die konstruktive Durchführung lässt an Einfachheit nichts zu wünschen übrig. Fig. 2 zeigt den Unterbrecher im Schnitt, während Fig. 3 die Anordnung desselben in der Achsbuchse zeigt. Fig. 4 ist eine schematische Darstellung der Gesamtanordnung aller Teile: Auf dem Tender sind untergebracht ein Ausschalter *A*, die Batterie *B*, eine Anschlussdose *D*, der Steckkontakt *S* und der Unterbrecher in der vorderen rechten Achsbuchse. Auf der Lokomotive sind Messinstrument *M* und Transformator *T* angeordnet. Die zugehörigen Leitungen sind ebenfalls ersichtlich. Der Messbereich erstreckt sich von 20 km bis 120 km in der Stunde Fahrgeschwindigkeit mit grösster Genauigkeit.

Dieser Geschwindigkeitsmesser hat ein grosses Anwendungsgebiet, da er sich in gleicher Weise nicht nur zur Ueberwachung der Fahrgeschwindigkeit von Fahrzeugen, sondern auch zur Anzeige der Geschwindigkeit von ortfesten Maschinen aller Art eignet. Namentlich für elektrische Bahnen wird er Bedeutung gewinnen, da hier ohne weiteres der Oberleitungsstrom zur Messung benutzt werden kann.

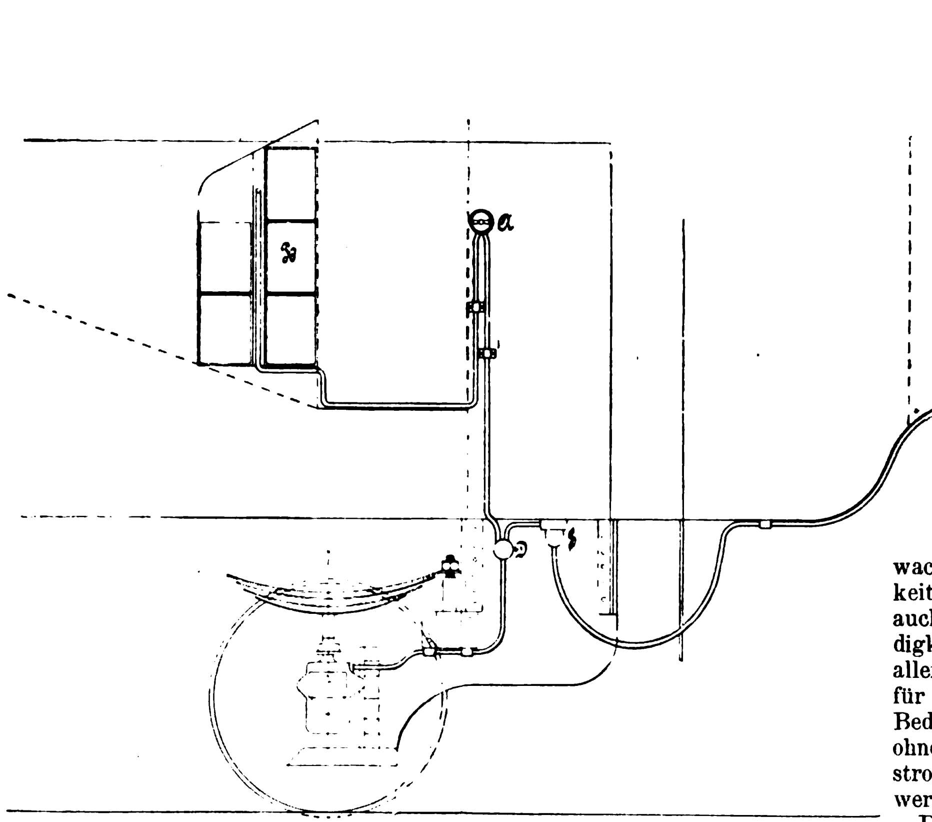


Fig. 4.

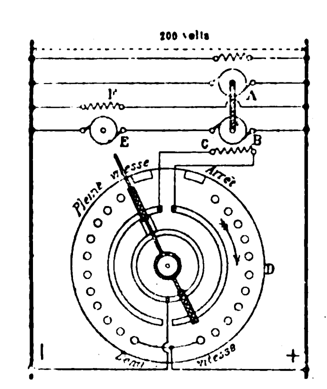
Die Anschaffungskosten des elektrischen Geschwindigkeitsmessers betragen etwa nur ein Drittel von denen des mechanischen, sodass er auch wirtschaftlich diesem überlegen ist. *Hs. Ms.*

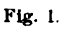
Kleinere Mitteilungen.

Anwendung elektrischer Motore in Ward Léonard-Schaltung zum Betrieb von Druckerpressen.

Das von *Ward Léonard* erfundene System der Steuerung elektrischer Gleichstrommotore besteht darin, dass man das Feld des Motors von einer konstanten Netzspannung aus erregt, seinem Anker aber den Strom eines eigenen Generators zuführt. Das Feld dieses Generators wird ebenfalls von der Netzspannung aus erregt, und kann in den weitesten Grenzen verändert werden. Indem man also die dem Motor zugeführte Spannung ändert, erhält man eine Geschwindigkeitsregulierung unter den günstigsten Bedingungen.

Von dieser Anordnung sind in der Technik schon viele Anwendungen gemacht worden; eine interessante Verwendung hat dieses System neuerdings von *Geipel & Lange* zum Betriebe einer grossen Buchdruckerpresse gefunden.




Fig. 1.

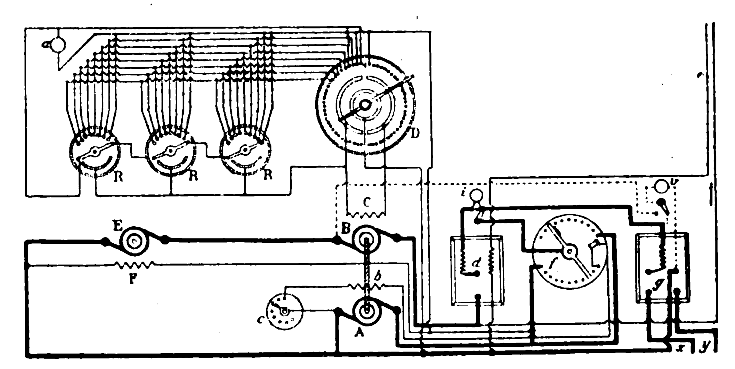


Fig. 2.

In dem Schaltungschema (Fig. 1) ist E ein 50 PS-Motor zum Antrieb der Presse, B der stromliefernde Generator, der seinerseits mit gleichbleibender Geschwindigkeit von dem Motor A angetrieben wird. Die Netzspannung beträgt 200 Volt. Der Generator ist ebenfalls für eine Spannung von 200 Volt gebaut, aber nur für die Hälfte der Leistung von E. Sein Anker ist in Serie mit der Netzspannung geschaltet. Der Anker des Motors E ist für 400 Volt bestimmt, das Feld des Motors ist vom Netze aus mit 200 Volt dauernd erregt, das Feld des Generators ist auch vom Netze aus mit 200 Volt, aber unter Zwischenschaltung des Regulators D, der zugleich Umschalter ist, erregt.

Beim Einschalten wird das Feld C der Dynamo voll erregt, aber derartig, dass ihre Spannung der Netzspannung entgegengesetzt ist, sodass dem Motor noch keine Spannung zugeführt wird. Durch Drehen der Kurbel schaltet man in den Feldstromkreis der Dynamo Widerstand ein, ihre Spannung fällt, der Motor erhält die Differenz der Spannung und läuft an. Bei der Stellung auf halbe Geschwindigkeit (der gezeichneten Stellung) ist der Feldstrom der Dynamo ganz ausgeschaltet. Der Motor erhält die Netzspannung von 200 Volt und läuft mit halber Geschwindigkeit. Beim Weiterkurbeln wird der Strom im Dynamofeld umgekehrt, sodass jetzt die Dynamospannung hinzukommt, bis bei der Endstellung der Generator wieder 200 Volt liefert und so der Motor bei 400 Volt seine volle Geschwindigkeit annimmt.

Der Verlust im Widerstand ist Null bei halber Geschwindigkeit und 2 v. H. bei Stillstand oder voller Geschwindigkeit. Bei einem Vergleich mit dem gewöhnlichen System der Regulierung des Hauptstromes durch Widerstände müsste man den Verlust in den Umformermaschinen A und B hinzunehmen. Bei der Regulierung des Hauptstromes hat man keinen Verlust bei voller Geschwindigkeit, aber 95 v. H. beim Anlassen.

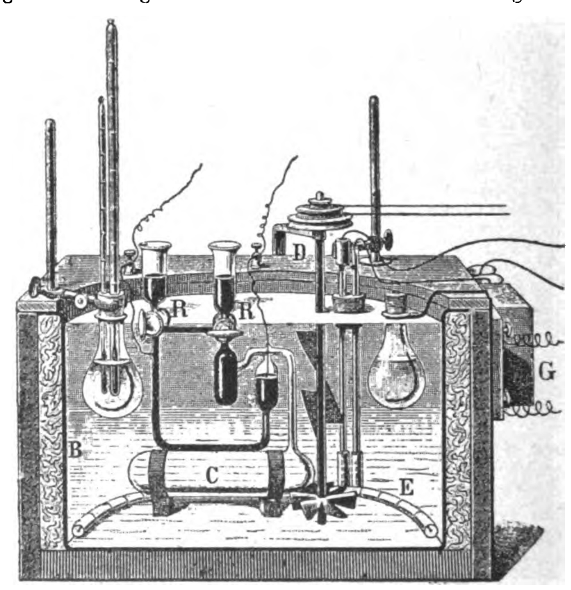
Das System *Ward Léonard* gestattet eine Umsteuerung. Da aber in diesem besonderen Falle beim Rückwärtslauf nur ganz geringe Geschwindigkeiten verlangt werden, so erregt man die Dynamo etwas höher, als die Netzspannung, sodass bei Gegenschaltung die Spannung des Generators die Netzspannung überwiegt.

Fig. 2 gibt ein vollständigeres Schaltungsschema. Die Bezeichnungen sind aus Fig. 1 herübergenommen. $R\ R\ R$ sind Widerstände, die sich an verschiedenen Stellen befinden und zu den ersten Kontakten des Widerstandes D parallel geschaltet sind, sodass man beim Anlauf von verschiedenen Punkten aus die Schnelligkeit in kleinen Grenzen verändern kann. a ist ein einpoliger Ausschalter. b ist die Erregung von dem Motor A. c ein kleiner Widerstand im Stromkreis dieser Erregung, um die Geschwindigkeit konstant halten zu können. v und i sind Volt- und Ampèremeter, um Spannung und Strom des Motors E zu messen. d ist ein Ausschalter, der mit Hilfe des Stromes e von beliebigen Punkten aus betätigt werden kann und gestattet bei dringenden Fällen den Motor E sofort abzuschalten. f ist der Anlasswiderstand des Motors A. g ein selbsttätiger Ausschalter. x und y sind die Klemmen des Netzstromes.

Da der Widerstand nur einen verhältnismässig geringen Strom vertragen muss, kann er für Dauerbelastung gebaut werden, sodass die Maschine mit jeder Geschwindigkeit dauernd laufen kann. Durch dieses System sind das stossweise Anfahren, schädliches Feuern und Stromstösse, wie sie bei der Regulierung des Hauptstromes auftreten, vermieden.

Der Thermostat von Marie und Marquis.

Der Thermostat mit elektrischer Heizung und Regulierung von *Marie* und *Marquis* besteht, nach Revue Industrielle, aus einem zylindrischen Gefäss B von etwa 15 l Inhalt, welches zur Verhütung der Ausstrahlung mit einem Wärmeschutzmantel umgeben ist. Der Inhalt dieses Gefässes, destilliertes Wasser, wird vermittelst einer Platinspirale E elektrisch geheizt. Zur gleichmässigen Verteilung der Wärme dient ein elektrisch angetriebener



Rührer D, zur Konstanthaltung der Temperatur ein Thermoregulator. Letzterer besteht aus einem grossen Glaszylinder C, welcher, mit einer Flüssigkeit von grossem Ausdehnungskoeffizienten gefüllt, in dem Thermostatengefäss untergebracht ist. Durch Ausdehnung dieser Flüssigkeit infolge der Temperaturzunahme wird das Niveau einer Quecksilbersäule beeinflusst; die Senkung desselben hat die Oeffnung eines Kontaktes zwischen dieser und einer Platinspitze zur Folge, wodurch der Stromkreis eines Relais G unterbrochen wird, welch letzteres die Regulierung des Heizstromes



besorgt. Das Quecksilberniveau kann mit Hilfe von Dreiweghähnen R und R' auf jede beliebige Höhe eingestellt werden, wodurch eine Konstanthaltung jeder beliebigen Temperatur ermöglicht wird.

Nach einer Mitteilung der französischen Akademie der Wissenschaften soll der Apparat imstande sein, die Temperatur des Wasserbades auf 2 bis 3 Hundertstel Centigrad konstant zu erhalten. *Dr. K.*

Selbsttätiger Schmierapparat von Rochester.

Der *Rochester* selbsttätige Schmierapparat (Engineering 1903 S. 667) liefert einen weiteren Beitrag zu den immer mehr Bedeutung erlangenden Vorrichtungen für selbsttätige Oelschmierung. Der Apparat, welcher von *Greene Tweed & Co.* in New York City gebaut wird, unterscheidet sich kaum von den bereits bekannten Vorrichtungen dieser Art. Er enthält ein System von Pumpen, welche aus einem Oelbehälter gespeist und von einer mit Exzentern versehenen Welle angetrieben werden. Die Welle wird in bekannter Weise vermittels eines Zahnrads und Mitnehmers von der zu schmierenden Maschine selbst in Umdrehung versetzt. Die Geschwindigkeit dieser Umdrehung kann durch Veränderung des Hebelarms und durch zeitweises Abheben des Mitnehmers in mannigfacher Weise verändert werden. Ein mit den Pumpen verbundenes Röhrensystem führt das Oel zu den zu schmierenden Maschinenteilen und kann nach Bedarf durch Dreiweghähne abgesperrt werden, welche das Oel veranlassen, in das die Pumpen speisende Reservoir zurückzufliessen.

Gerühmt wird die Anpassungsfähigkeit des Apparates an jede Maschine, da derselbe sowohl für langsam laufende Maschinen, als auch für Schnelläufer gleich gut zu gebrauchen ist und für alle Teile die Schmierung, dem Bedürfnis entsprechend, beliebig eingestellt werden kann. *Dr. K.*

Industrielle Tätigkeit in Spanien.

Es scheint, als ob das infolge der Abtrennung der Kolonien in Spanien frei gewordene und jetzt nach Beschäftigung suchende Kapital einen befruchtenden Einfluss auf die Industrie dieses Landes ausgeübt, und die schon so lange brach liegenden Kräfte zu frischer Tätigkeit angespornt hätte. Viel industrielle Werke sind neu erstanden, und nach den uns vorliegenden Berichten hat sich auch die deutsche Industrie an den Lieferungen mit gutem Erfolge beteiligen können.



Vorstehendes Bild stellt den Transport des Rumpfes einer 150pferdigen Compoundlokomobile der Firma *R. Wolf*, Magdeburg-Buckau zur Betriebsstätte in Sevilla dar; die Maschine ist für ein Elektrizitätswerk bestimmt, in welchen Betrieben die *Wolf*schen Lokomobilen infolge ihrer Zuverlässigkeit und ihres ruhigen Ganges bekanntlich eine ausserordentliche Verbreitung erlangt haben.

Bücherschau.

Lehrbuch der Physik. Von *O. D. Chwolson*, übersetzt von *H. Pflaum*, I. Braunschweig 1902. Vieweg u. Sohn.

Von grösseren Lehrbüchern der Physik besitzen wir in Deutschland die beiden altbewährten Werke von *Pfaundler* und *Wüllner*, von denen das erstere mehr experimentell beschreibend, das letztere mehr rechnend gehalten ist. In dem Wort „altbewährt“ liegt aber auch ein gewisser Vorwurf: Die Bücher sind schon vor langer Zeit entworfen und wenn sie auch im Verlaufe der vielen Auflagen, welche sie erlebt haben, stets dem Zustande der Wissenschaft entsprechend erhalten worden sind, so ist doch der ganze Charakter des Buches mehr oder weniger veraltet.

Es ist deshalb freudig zu begrüssen, wenn der Verlag von *Vieweg u. Sohn*, in dessen Besitz ja auch das Buch von *Pfaundler* ist, ein neues Lehrbuch der Physik herausgibt. Er hat dazu das Werk des russischen Gelehrten *Chwolson* gewählt, dessen erster Band zum ersten Male 1897 erschien.

Das Buch ist also vollständig neu, und das lässt auch der vorliegende erste Band der deutschen Uebersetzung erkennen. Derselbe behandelt die Mechanik, einige Messinstrumente und Messmethoden und die Lehre von den Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern.

Trotzdem in dem Buche dem modernen Gebrauch entsprechend das g. cm. sec. System durchgeführt ist, in welchem neben Raum und Zeit die Masse als dritte Fundamentalgrösse fungiert, geht *Chwolson* doch, den *Newton*schen Prinzipien entsprechend vom Begriff der Kraft aus und leitet den Begriff der Masse aus diesem Begriff her; ebenso erhält er auch den Begriff der Energie aus dem der Arbeit einer Kraft.

Das Gravitationsgesetz gibt *Chwolson* als experimentelle Tatsache, ohne auf die Erklärungsversuche einzugehen, über welche er ausführliche Litteraturangaben macht, trotzdem erklärt er im Anschluss an die Anschauungen von *Faraday* eine activ in distans für undenkbar.



Als Abschluss der Mechanik, in welcher auch die Potentialtheorie und die Schwerkraft, sowie die Lehre von den Schwingungen behandelt werden, gibt *Chwolson* ein kurzes Kapitel über die Dimensionen, welches wegen der Klarheit, mit welcher die Bedeutung und der Nutzen der Dimensionen gekennzeichnet wird, ganz besonders hervorgehoben zu werden verdient.

In dem Abschnitt über Messmethoden und Messinstrumente werden die wichtigsten der ganz allgemeinen Messmethoden sowie die Messung von Längen, Flächen, Winkeln, Volumen, Kraft, Masse und Zeit gegeben. Den Schluss bildet die Messung der Erddichte.

Die letzten Abschnitte behandeln die Zustände der Körper, soweit sie ohne die übrigen Lehren der Physik, namentlich die Wärmelehre, behandelt werden können. Es finden sich deshalb auch hier häufig Verweise auf die späteren Bände.

In der Lehre von den Gasen ist mir störend aufgefallen einmal, dass die Atomgewichte auf Wasserstoff gleich 1,000 bezogen werden, entgegen den in Deutschland allgemein zur Annahme gelangten Beschlüssen der deutschen chemischen Gesellschaft Sauerstoff gleich 16,000 zu grunde zu legen. Zweitens wird die Zustandsgleichung der Gase als *Clapeyron*sche Gleichung, bezeichnet, was leicht zu Missverständnissen führen kann, da man in Deutschland gewohnt ist, mit diesem Namen die aus der Vereinigung der beiden Hauptsätze folgende zu bezeichnen, welche die bei einer Zustandsänderung auftretende Wärmetönung mit den diese Zustandsänderung beschreibenden Aenderungen der Zustandsvariablen verknüpft.

Ueber die Versuche *Regnaults* zur Kontrolle des *Boyle*schen Gesetzes wird in sehr schöner Weise referiert; ebenso darf im nächsten Abschnitt die Beschreibung der *Plateau*schen Versuche als höchst gelungen hervorgehoben werden. Das Kapitel über die Kapillarität kann man als das Muster der im ganzen Buch sich findenden scharfen und präzisen Darstellung ansehen, denn wohl nirgends findet man die vielen, dasselbe in verschiedener Form besagenden Konstanten der Kapillaritätslehre so scharf auseinander gehalten, wie hier.

Für Ingenieure möchte ich das letzte Kapitel der Flüssigkeitslehre besonders erwähnen, in welchem die *Woislaw*sche Pumpe beschrieben, in der trotz hin und her gehender Bewegung der Stempel das Wasser in den Zylinder der Pumpe eine konstante Geschwindigkeit behält.

Im Abschnitt über die festen Körper ist die Darstellung der Erscheinungen der Fluidität und Zähigkeit von besonderem Interesse.

Jedem Abschnitt, und fast jedem Kapitel ist ein ziemlich ausführliches Litteraturverzeichnis beigegeben, wie sich denn auch in der Einleitung eine Uebersicht der für die Physik wichtigen Zeitschriften findet.

Der Gesamteindruck des Buches ist ein vorzüglicher, und wenn die späteren Bände, deren Gebiete ja mehr neue Forschungen und Bereicherungen und Erweiterungen des Wissens enthalten als das vorliegende, ebenso präzise geschrieben sind wie dieser, so erhalten wir ein ausgezeichnetes Lehrbuch der Physik. *Dr. K. Schr.*

Die Portlandzementfabrikation. Ein Handbuch für Ingenieure und Zementfabrikanten von Oberingenieur *Carl Naske*, Hamburg. Mit 183 Abbildungen im Texte und 3 Tafeln. Leipzig 1903. Theodor Thomas.

Seitdem im Jahre 1896 *Schoch* sein Buch über die moderne Aufbereitung und Wertung der Mörtelmaterialien hat erscheinen lassen, sind die neueren Errungenschaften auf dem Gebiete der Zementherstellung nur noch zerstreut in Zeitschriften behandelt worden. Man hat das Fehlen eines umfassenden Werkes neuerer Zeit vielfach übel empfunden, zumal man in den Fachschriften zwar gewöhnlich die Patente beschrieben findet, aber nur selten erfährt, ob sich die einzelnen Erfindungen in die Industrie Eingang zu verschaffen gewusst, und wie sie sich dort bewährt haben. Das vorliegende Buch ist dazu bestimmt, Abhilfe zu schaffen.

Im ersten Teile bespricht der Verfasser die Aufbereitung der Rohmaterialien in ihren verschiedenen Stufen, beschreibt die einzelnen erforderlichen Einrichtungen und Maschinen und bemüht sich, ihre Vor- und Nachteile kritisch gegeneinander abzuwägen. Es folgt der zweite Teil, der den Brennprozess behandelt. Der Verfasser führt uns die bekanntesten Ofenkonstruktionen vor und widmet auch dem Kapitel über den Drehrohrofen eine Reihe von Seiten. Im dritten Kapitel finden wir die weitere Fabrikation von der Klinkervermahlung an behandelt und es werden uns die für ihre Zwecke in Betracht kommenden Einrichtungen und Maschinen vorgeführt. Selbstverständlich hat auch hier der Verfasser bei der Auswahl weise Vorsicht walten lassen müssen und sich einer angenehmen Kürze befleissigt. Im Anschluss daran sind die Transportvorrichtungen, die Herstellung der Fässer, die Entstäubungsanlagen und dergleichen geschildert. Den Schluss des dritten Teiles bilden genaue Schilderungen grösserer Fabriksanlagen in Deutschland, Russland und den Vereinigten Staaten. Sie sollen ein Bild davon geben, welche Gesichtspunkte bei der Neuanlage von Zementfabriken besonders in Frage kommen. Im vierten Teile behandelt der Verfasser die Eigenschaften des Portlandzementes und die gebräuchlichen Prüfungsmethoden, während der fünfte Teil schliesslich eine Zusammenstellung der deutschen, österreichischen, schweizer, russischen, französischen und englischen Normen enthält.

Das Buch ist mit vielem Fleisse und grossem Geschicke geschrieben und wird gewiss den technischen Direktoren von Portlandzementfabriken manchen guten Wink geben können, ganz besonders bei der Beurteilung neu vorzunehmender baulicher und noch mehr maschineller Einrichtungen. Ein weiterer Vorzug des Werkes besteht in den zahlreichen Angaben der Leistung und des Kraftbedarfes der Maschinen in den einzelnen Abschnitten. Die Ausstattung ist vortrefflich und man sieht, dass der Verleger bestrebt war, dem gediegenen Inhalte ein ebenso gediegenes Gewand zu geben.

Manches erscheint mir jedoch auch abänderungs- und für eine zweite Auflage verbesserungsfähig. Der erste Teil entbehrt einer gewissen Uebersichtlichkeit, wie meiner Ansicht nach überhaupt das ganze Buch in seiner Anordnung dem Leser klarer vor Augen geführt wäre, wenn die Paragraphen durch wirkliche, den Inhalt der Absätze angebende Ueberschriften ersetzt wären. Das Kapitel über den Drehrohrofen hätte bei der Aufmerksamkeit, die man diesem Systeme gerade jetzt entgegenbringt, ausführlicher gehalten sein müssen; vor allen Dingen wäre hier das Urteil des Verfassers mehr als anderswo gern gesehen worden. Die Normen der verschiedenen Länder sind hintereinander abgedruckt. Warum nicht nebeneinander in Tabellenform? Erst durch eine solche Zusammenstellung wird doch der Ueberblick leicht. Die Abbildungen sind mit Sorgfalt ausgewählt; trotzdem wäre die Vermeidung zu grosser Clichés bisweilen am Platze gewesen. Auf diese Weise hätte sich die Stellung von Abbildungen, wie z. B. auf S. 178 und anderswo, wohl vermeiden lassen. Zum Schlusse kann ich nicht umhin, den Verfasser darauf aufmerksam zu machen, dass er durch die Nichtnennung gewisser Firmen und die häufige Anführung anderer leicht in den Ruf der Parteilichkeit kommen könnte, was für ein derartiges Buch doch nach Möglichkeit vermieden werden müsste. Sollte z. B. *G. Luther* so wenig für die Zementindustrie getan haben, dass diese Firma ganz aus dem Namenregister herausfallen musste?

Abgesehen von den angeführten und einigen anderen Mängeln, denen ich jedoch keine allzugrosse Bedeutung beimessen möchte, und deren Anführung nur als Hinweise für eine zweite Auflage angesehen werden darf, halte ich das Buch für recht empfehlenswert. Ueberall zeigen sich die Sachkenntnis und die Erfahrung des lange Jahre in der Erbauung von Zementfabriken arbeitenden praktischen Maschineningenieurs, und gerade darauf fussend wünsche ich dem Buche in allen interessierten Kreisen eine weite Verbreitung. Auch der Nichtfachmann möge nicht achtlos an ihm vorübergehen. Der Betoneisenbau wird über kurz oder lang in ausgedehntem Masse die Welt beherrschen, und jeder, der auf Bildung Anspruch macht, sollte sich deshalb eingehender als bisher mit den Materialien dieser Bauweise beschäftigen.

M. Fiebelkorn.

Le Ciment Armé et ses Applications. Von *M. A. Morel*. Paris 1903. Gauthier-Villars und Masson & Cie. Klein 8°.

Das vorliegende kleine Buch ist ein Band der Sammlung Encyclopédie Scientifique des Aide-Mémoire, herausgegeben von Léauté, und behandelt in seiner ersten Hälfte die allgemeine Theorie, in seiner zweiten Hälfte verschiedene Ausführungsformen von Bauweisen in armiertem Beton und deren besondere theoretische Grundlagen. Der Verfasser ist insofern zur Behandlung dieses Gegenstandes berufen, als er Ingenieur und Direktor der *Portland-zement-Werke* zu Lumbres im Departement Pas-de-Calais ist. Natürlich sind in erster Linie die in Frankreich üblichen Bauweisen berücksichtigt worden, ohne dass aber auch diese betreffend, über ihre praktische Anwendung oder ihre Bewährung viel mitgeteilt worden wäre. Ueberhaupt tritt der praktische Teil gegenüber den theoretischen Erörterungen so sehr in den Hintergrund, dass es vielleicht angezeigter gewesen wäre, das Werk als eine Materialsammlung zur Theorie des Betoneisenbaues zu bezeichnen, während die praktischen Beispiele, namentlich auch durch die Berücksichtigung ausländischer Leistungen auf diesem Gebiete genügend vervollständigt, in einen besonderen zweiten Band hätten verwiesen werden müssen.

Rauter.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 32. **Berlin, 8. August 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Preise für **Anzeigen:** 1 mm Höhe 1 spaltig (48 mm Breite): 10 Pf., 2 spaltig (96 mm Breite): 20 Pf., 3 spaltig (144 mm Breite): 30 Pf., 4 spaltig (192 mm Breite): 40 Pf. Bei 6, 13, 26, 52 maliger Wiederholung 10, 20, 30, 40 Prozent Rabatt. **Beilagen** bis 20 Gramm 30 Mark netto. — Anzeigen und Beilagen nehmen an die Verlagshandlung Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2 und sämtliche Annoncen-Expeditionen.

Mitteilungen über die „Pariser Metropolitanbahn“.

I. Bauausführung des Nordringes.

In unseren älteren, die *Pariser Metropolitanbahn* betreffenden Mitteilungen (vgl. D.p.J. 1900, **315**, 8 u. 549, sowie 1901, **316**, 399 u. 750) wurde bereits über das Allgemeine dieser Stadtbahn, dann über die Bauausführung der zuerst hergestellten Hauptstrecke, Port Maillot—Port de Vincennes, und den Betrieb dieser Linie, sowie endlich auch über die verschiedenen einschneidenden Aenderungen und Verbesserungen ausführlich berichtet, welche der ursprüngliche Entwurf späterhin erfahren hat. Nunmehr steht in Kürze die Eröffnung der ganzen zweiten Hauptlinie, des sogenannten *Nordringes* (Porte Dauphine—Place de la Nation) in Aussicht, von der das Stück Porte Dauphine—Place de l'Etoile schon gleichzeitig mit der ersten obengenannten Hauptstrecke, noch unmittelbar vor der letzten Pariser Weltausstellung, der Teil zwischen Place de l'Etoile und Place d'Anvers am 7. Oktober 1902 und die Fortsetzung von da bis zum Haltepunkt Rue de Bagnolet am 24. Januar 1903 dem öffentlichen Verkehr übergeben worden ist. Die von der Station Rue de Bagnolet weiterlaufende, beiläufig 1000 m lange Endstrecke bis zur Place de la Nation ergab jedoch besonders grosse Bauschwierigkeiten und verursachte hierdurch gemeinsam mit einer Reihe anderer zeitraubender Nacharbeiten eine Verzögerung der Betriebseröffnung des ganzen Nordringes, welche bei einigermassen günstigeren Verhältnissen leicht hätte unterbleiben können.

Der Verlauf und die Linienentwicklung des Nordringes ist bei der Ausführung so geblieben, wie wir ihn seinerzeit (vergl. D. p. J. 1901, **316**, 399 u. 752) bereits bei Besprechung des Entwurfes in Wort und Bild geschildert haben, nur musste der Anschluss an die erste Hauptstrecke, Porte Maillot—Porte Vincennes, also namentlich die Ausführung der Station Place de la Nation, eine unvorhergesehene Weiterung erfahren. Demzufolge waren die Vorarbeiten für den Nordring aber auch erst Ende Oktober 1900 so weit festgestellt und behördlich überprüft, dass mit der Bauvergebung vorgegangen werden konnte. Die fertige Nordringlinie besitzt eine Gesamtlänge von 12415 m und durchläuft 23 sich auf 10 Bezirke verteilende Stadtviertel, in denen man beiläufig 1080000 Einwohner zählt. Vom Ausgangspunkte „Porte Dauphine“ bis zum Abschlusse „Place de la Nation“ sind 25 Haltestationen vorhanden, nämlich: „Place Victor Hugo“, „Place de l'Etoile“, „Place des Ternes“, „Rue de Courcelles“, „Rue de Monceau“, „Avenue de Villiers“, „Rue de Rom“, „Place Clichy“, „Place Blanche“, „Place Pigalle“, „Place

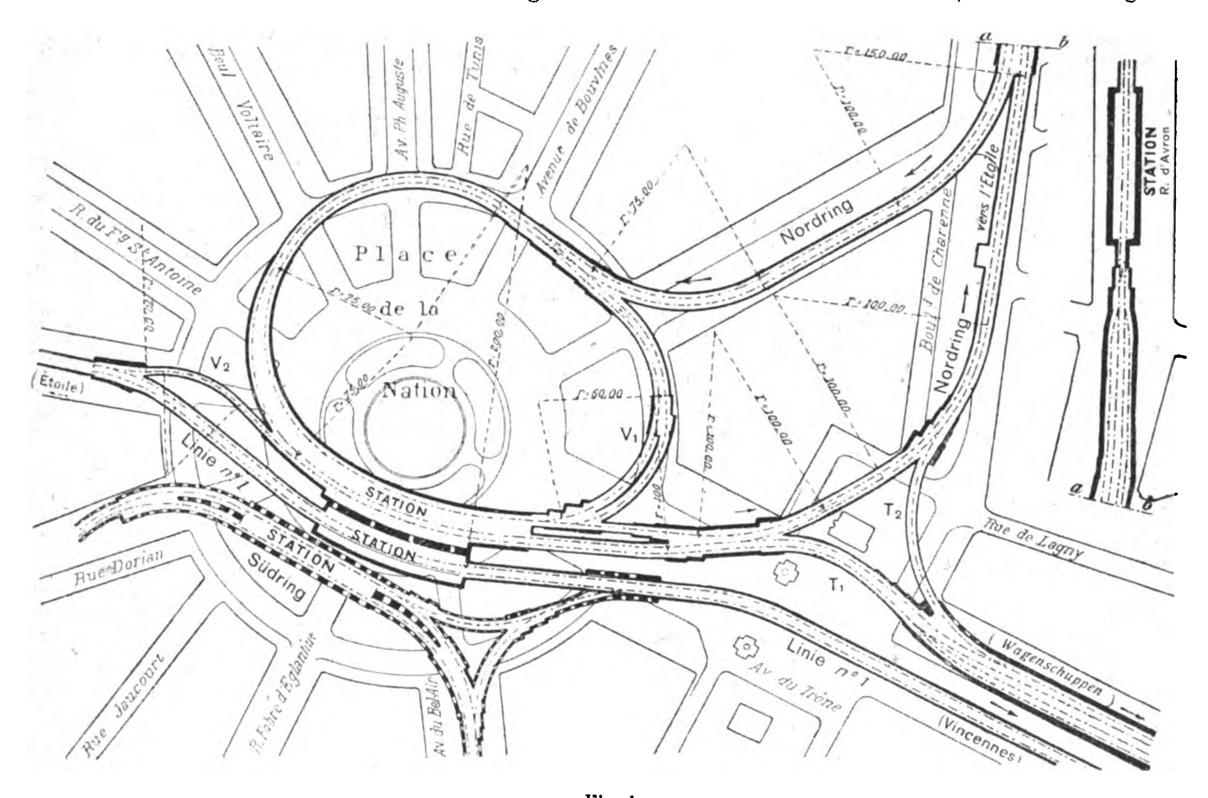


Fig. 1.
Lageplan der Kehrschleife und der drei Stationen „Place de la Nation“.

d'Anvers", „Rue Rochechouart", „Boulevard Barbès", „Rue de la Chapelle", „Rue d'Aubervilliers", „Rue d'Allemagne", „Rue de Meaux", „Rue de Bellville", „Rue des Couronnes", „Rue de Menilmontant", „Avenue de la Republique", „Avenue Philippe Auguste", „Rue de Bagnolet", „Rue d'Avron", von denen die Stationen Place de l'Etoile, Avenue de Villiers, Boulevard Barbès, Rue d'Allemagne und Avenue de la Republique nebst der Endstation Place de la Nation als Umsteigestationen eine reiche und bequeme Verbindung des Nordringes zu allen übrigen Linien des Metropolitannetzes vermitteln.

Im allgemeinen sind die grundsätzlichen Feststellungen hinsichtlich der Linienentwicklung dieselben geblieben wie auf der Hauptlinie I (vergl. D. p. J. 1900, **315**, 549), insofern in den laufenden Strecken die Grenzen für Gefälle mit 40 : 1000 und jene für die schärfsten Krümmungen mit 75 m Halbmesser nirgends überschritten wurden. Einschneidende Aenderungen ergaben sich jedoch gegenüber dem ursprünglichen Projekte, wie bereits erwähnt wurde, in der Ausführung der unterirdischen End- bezw. Anschlusstation Place de la Nation, deren richtigen Grundriss Fig. 1 darstellt. Hier teilt sich unmittelbar hinter der vorletzten Haltestation Rue d'Avron, welche in Fig. 1 für sich herausgezeichnet ist, die Nordringlinie in zwei doppelgleisige Strecken, von welchen die eine unter der Avenue de Taillebourg verläuft, dann die Place de la Nation umkreisend eine Kehrschleife bildet, in der sie sich, die Hauptlinie I berührend, zur Umsteigestation erweitert; die andere Abzweigung verfolgt zuvörderst die Avenue de Charonne bis zur Avenue du Frone, um dort die vorerwähnte Kehrschleife zu schliessen. Diese beiden zur Schleife vereinigten Zweigstrecken sind durch eine doppelgleisige, bogenförmige Dienststrecke V_1 verbunden und stehen ferner durch den eingleisigen Tunnel V_2 mit dem rechtsseitigen Fahrgleis der Hauptlinie I, sowie südöstlich von der Place de la Nation durch einen doppelgleisigen und einen eingleisigen Tunnel T_1 und T_2 mit einem grossen, viergleisigen Wagenschuppen in Verbindung. Dieser erstreckt sich fast über die ganze Länge bis zum Bahnhof de Vincennes, der Endschleife der Hauptlinie I, und läuft mit dieser Linie parallel, wie der bezügliche Grundriss Fig. 2 ersehen lässt. Die 372 m langen Gleise des Schuppens sind ihrerseits wieder durch einen Weichentunnel t_1 (Fig. 2) mit dem rechtsseitigen Fahrgleis der Hauptlinie I und durch ein längeres Gleis t_2 zu den unfern in der Rue de Maraichers gelegenen Werkstätten der Metropolitanbahn in Verbindung gebracht.

Bis auf einen geringfügigen Bruchteil – anlässlich der Uebersetzung des Arsenalbassins — verläuft bekanntlich die zuerst erbaute Hauptlinie I (Porte Maillot – Porte de Vincennes) durchaus unterirdisch. Dementgegen enthält der Nordring ein zusammenhängendes, 2 km langes, sich vom Boulevard Rochechouart bis zum Boulevard de la Vilette erstreckendes Stück Hochbahn, welche also fast den sechsten Teil der Gesamtlänge ausmacht. Sie bietet für die Fachleute manches Interessante, während die Bauausführung der unterirdischen Strecken genau nach den Mustern der Linie 1 erfolgt ist und daher im wesentlichen nichts Neues aufweist. Die Herstellungskosten der eben erwähnten Hochbahnstrecke stellen sich für den laufenden Meter auf 2800 Frank (2352 M.), jene für die unterirdischen Strecken jedoch nur auf 1400 Frank (1176 M.), so dass die ersteren genau doppelt so gross sind als die letzteren. Man war von vornhinein darüber klar gewesen, dass ein Unterfahren der Franz. Ostbahn und der Franz. Nordbahn, deren Gleise die Nordringlinie kreuzt, sowie namentlich die Unterquerung des St. Martin-Kanals nicht nur grosse bautechnische Schwierigkeiten dargeboten, sondern auch zwingenden Anlass gegeben hätten, mit den Gleisen auf ganz beträchtliche Tiefen niederzugehen, wodurch sich die Zugänge zu den in diesen Streckenteilen gelegenen Stationen sehr unbequem und gewissermassen verkehrshemmend ergeben hätten. So wäre beispielsweise nach den bezüglichen Vorarbeiten die Station Rue d'Allemagne mit ihrer Sohle 19 m tiefer zu liegen gekommen als das Strassenniveau, Grund genug auf die Unterführung zu verzichten und die Hochbahnanordnung vorzuziehen, für die auch die öffentliche Meinung eintrat, da das Pariser Publikum im allgemeinen mehr Sympathien für das Fahren im Freien besitzt als für das in den Tunnelstrecken.

Neben diesen Vorteilen zeigt die oberirdische Zwischenstrecke — abgesehen von den ausserordentlichen Mehrkosten — natürlich auch die bekannten Schattenseiten, welche städtische Hochbahnen immer besitzen, indem die Nachbarschaft von dem Lärm und den Erschütterungen, die der Zugverkehr auf den Brücken mit sich bringt, stets mehr oder minder belästigt wird, und alle im Verlaufe solcher Bahnstrecken liegenden Strassen und Promenaden eine schwere Einbusse an Ruhe und Behaglichkeit, vielfach aber auch wesentlichen Abbruch an ihrem aesthetischen Eindruck erleiden. Obwohl nämlich die gewöhnliche mittlere Höhe der Hochbahnfelder von 6,5 m reichlich genügt, um dem Strassenverkehr unter denselben ungehemmtesten Spielraum zu gewähren, so erweist sich denn doch die allzustrenge Einhaltung dieser Normalhöhe vom Uebel. Zu diesem Behufe hat man nämlich die Gleise so ziemlich überall ohne weiteres parallel zum Strassenniveau gelegt und da nun infolgedessen die einzelnen Brückenfelder, etwa ähnlich wie die bekannten russischen Rutschberge, in unschönen Zickzacklinien aneinanderstossen, bietet die Hochbahn vielfach einen recht hässlichen Anblick. Diese dem Auge so wenig ansprechende Anordnung, welche z. B. am Boulevard Rochechouart und an der Nordbahnüberbrückung besonders auffällig zu Tage tritt, war allerdings — wenn die Kosten nicht noch weitere Erhöhungen erfahren sollten — nie ganz zu umgehen, allein abgeschwächt hätte sie immerhin werden sollen, um das gute Aussehen nicht so sehr zu stören, als es jetzt an vielen Stellen tatsächlich der Fall ist.

Als Pfeiler sind in der Hochbahnstrecke sowohl gemauerte Joche als auch gusseiserne Säulen benützt worden. Für die Fundierungen der letzteren trachtete man Fall für Fall die günstigsten Stellen zu verwenden, weshalb die Spannweiten der einzelnen Felder vielfach von einander abweichen, obwohl hierfür eine normale Weite von 22 m vorgesehen und vorgeschrieben war. Insbesondere mussten bei gewissen sehr wichtigen Ueberbrückungen verkehrsreicher Strassenkreuzungen

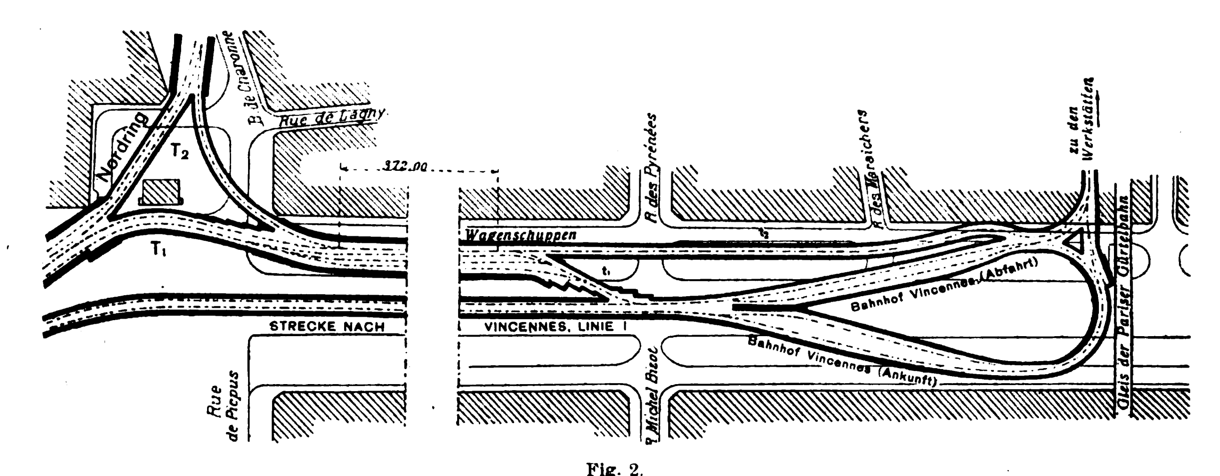


Fig. 2.
Lageplan der zum Wagenschuppen führenden Dienstgleise des Nordringes und der Kehrschleife des Endbahnhofes „Vincennes" der Linie No. I

grössere Felder eingelegt werden, wie z. B. auf dem Boulevard Barbès, wo eine Spannweite von 36,56 m, oder am Uebergang von der Rue de la Chapelle in die Rue d'Auberviliers, wo eine Spannweite von 44,73 m sich erforderlich machte. An der Ueberbrückung der Ostbahn besitzt das Hauptfeld eine Spannweite von 75,25 m; das ist dieselbe Weite, welche auch zwei Felder der Nordbahnüberbrückung erhalten haben, weil an dieser Kreuzungsstelle für künftighin auf eine Vermehrung der Nordbahngleise gerechnet werden musste.

Sämtliche Felder der Hochbahnstrecke sind Fachwerkbrücken, gebildet aus zwei **N** förmig gegitterten Längsträgern mit parabolisch verlaufendem Obergurt und geradlinigem Untergurt. Mit den letzteren stehen die beiden Hauptträger in Abständen von ungefähr 1,5 m durch senkrecht gestellte, aus Walzblech hergestellte Querträger in Verbindung, welche als Widerlager für die flachen Ziegelgewölbe dienen, mit welchen der ganze Brückenrost abgedeckt ist, und auf denen die Gleise in einem Kiesbette ruhen. Es ist dies jene Anordnung, welche man bisher in Frankreich für die zweckdienlichste hält, um die Geräusche bei den Zugfahrten zu

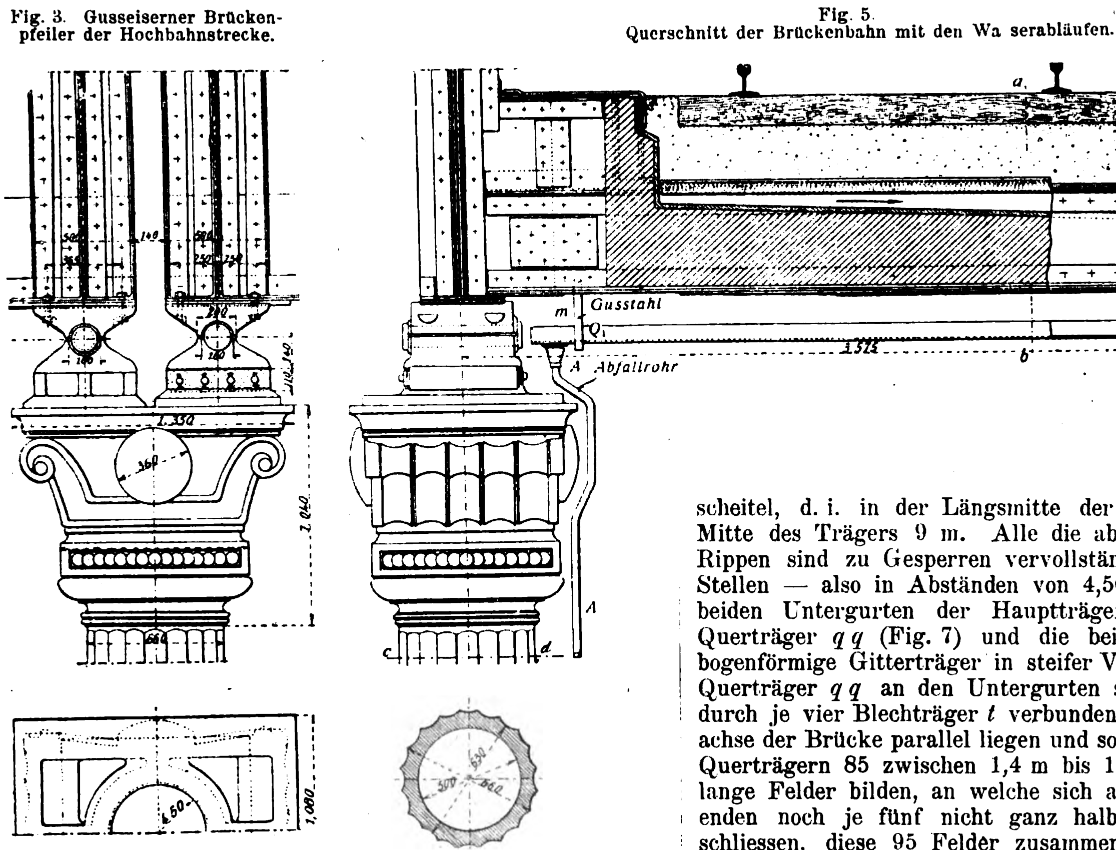


Fig. 3. Gusseiserner Brückenpfeiler der Hochbahnstrecke.

Fig. 5. Querschnitt der Brückenbahn mit den Wasserabläufen.

Fig. 4. Grundriss der halben Unterlagsplatte.

Fig. 6. Querschnitt *c d* des Säulenschaftes.

mässigen und die Erschütterungen auf das geringste Mass herabzumindern. Ein Mantel aus Zement wird über die Einwölbungen der Brückenbahn derart hergestellt, dass er eine wasserdichte Mulde bildet zur Aufnahme des Kiesbettes für die Gleise und gleichzeitig zum Ansammeln und Abfliessenlassen der feuchten Niederschläge. Die Längsträger der Brücken ruhen mit ihren Enden, wie Fig. 3 und 5 zeigen, je auf einem walzenförmigen Lagerstuhl auf, von denen immer der eine unverrückbar festliegt, während der andere auf Rollen beweglich ist. In der Regel sind die Brücken von gusseisernen Säulen, vielfach aber auch, nämlich an allen oberirdischen Stationen, sowie an allen jenen Stellen, wo die Herstellung eines guten Unterbaues für Säulen Schwierigkeiten geboten hätte, von gemauerten Pfeilern getragen.

Die *gusseisernen Säulen* (Fig. 3—6) besitzen im Schafte eine durchschnittliche Wandstärke von 72,5 mm und zuoberst einen äusseren Durchmesser von 0,66 m, der nach dem Fuss der Säule im Verhältnisse von 1 : 60 zunimmt. Die Sockelplatte besitzt einen Durchmesser von 1,8 m und liegt auf einem aus Hausteinen hergestellten Unterbau von quadratischem Querschnitte mit 2,4 m Seitenlänge, der mit seiner oberen, das Auflager für den Säulensockel bildenden Fläche gewöhnlich 0,75 m tief unter dem Niveau des anstossenden Geländes, bezw. der betreffenden Strasse liegt. Die *gemauerten Pfeiler* sind durchaus nur aus Stein erbaut und zwar im Hauptteile aus 0,40 m hohen Schichten roh behauenen Enviller-Steines, und im Grundmauerwerk aus lagerhaften Bruchsteinen; die Abdeckung ist gleich wie das Abschlussgesims mittels rein behauener Sandsteine aus Corgoloir hergestellt. An allen 4 Pfeilerwänden beträgt die Schmiegung gleichmässig ein Vierzigstel der Höhe.

Besondere Hervorhebung verdienen einige Einzelheiten der weiter oben erwähnten Bahnübersetzungen, welche ebenfalls als Fachwerksbrücken mit bogenförmigem Obergurt und gradlinigem Untergurt ausgeführt sind. Die senkrechten Stützen folgen sich in den Längsträgern in Abständen von 4,40 m und bilden 17 Zwischenfelder, von denen die ersten 7 Fächer **N**-förmig, die letzten 7 Fächer **N**-förmig und die mittleren drei durch Andreaskreuze verstrebt sind. Die Trägerhöhe beträgt an den beiden Bogenanläufen 6 m und im Bogenscheitel, d. i. in der Längsmitte der Brücke bezw. in der Mitte des Trägers 9 m. Alle die abgedachten senkrechten Rippen sind zu Gesperren vervollständigt, indem an diesen Stellen — also in Abständen von 4,50 m — zuvörderst die beiden Untergurten der Hauptträger durch 700 m hohe Querträger *q q* (Fig. 7) und die beiden Obergurten durch bogenförmige Gitterträger in steifer Verbindung stehen. Die Querträger *q q* an den Untergurten sind gegenseitig wieder durch je vier Blechträger *t* verbunden, welche zu der Längsachse der Brücke parallel liegen und sonach mit den benannten Querträgern 85 zwischen 1,4 m bis 1,55 m breite und 4,2 m lange Felder bilden, an welche sich an den beiden Brückenenden noch je fünf nicht ganz halb so grosse Felder anschliessen, diese 95 Felder zusammengenommen bilden also den Brückenrost. Die beiden Hauptträger ruhen ganz ähnlich, wie bei den gewöhnlichen Jochen (Fig. 3 und 5) auf zwei Rollen in sattelförmigen Untergestellen, von denen das eine fest angebracht und das andere auf Rollen beweglich ist; ihre Spannweite zwischen den Achsen der beiden Stützrollen beträgt 75,25 m und die gesamte Brücken- oder vielmehr Hauptträgerlänge 76,27 m; sie stehen, von Trägerachse zu Trägerachse gemessen, 7,98 m von einander und lassen zwischen einander einen lichten Raum für die Fahrbahn von 6,74 m. Um einer übergrossen Belastung aus dem Wege zu gehen, hat man bei den drei in Rede stehenden Brücken grösster Spannweite darauf verzichtet, Ziegelgewölbe einzubauen und ein Kiesbett für die Gleise vorzusehen. Die Fahrschienen sind vielmehr, wie der Brückenquerschnitt (Fig. 7) ohne weiteres ersehen lässt, einfach auf eichene Längsschwellen befestigt, die auf den Unterzugsträgern *t* des Brückenrostes aufliegen. Eine Plattenlage aus geriffeltem Stahlblech, mit welcher die ganze Brückenbahn abgedeckt ist, besorgt das Sammeln und Ableiten des Regenwassers. Sämtliche Teile der Brückenträger sind aus weichem, gewalztem Stahl hergestellt, bis auf die auf Druck beanspruchten Stützen sowie die Rollen der Auflager, für welche Gusstahl verwendet wurde. Als Brückenjoche sind sowohl gemauerte

Pfeiler, als gusseiserne Säulen und endlich auch an einer Stelle ein Gitterpfeiler aus Stahlblech benutzt worden, auf welche Anordnungen späterhin nochmals zurückzukommen sein wird.

Besondere Aufmerksamkeit hat man aus Rücksicht für die gute Unterhaltung sowohl im unterirdischen als oberirdischen Teile des Nordringes auch wieder der Entwässerung zugewendet. In den Untergrundstrecken ist zu dem Ende, ganz gleich, wie auf der zuerst erbauten Hauptstrecke No. I, in der Regel am tiefsten Punkte des Profils, d. i. in der Scheitelachse des Fussgewölbes des Tunnels (vgl. Bd. **315**; Fig. 3, S. 550 und Fig. 9, S. 551) ein Sammelrohr eingelegt, dass die Bodenwässer aufnimmt, bis zum Gefällsbruch weiterführt und dann durch ein Seitenrohr in den nächsten tieferliegenden Abzugskanal des städtischen Netzes ergiesst. Liegt jedoch die Tunnelsohle tiefer als die nächsten Strassenkanäle, so werden die vom Sammelrohr gebrachten Wässer zuvörderst in gemauerte, an geeigneten Stellen angelegte Gruben geleitet und von hier erst mit Hilfe von Pumpen in den höherliegenden Kanal abgeführt. Dies geschieht im allgemeinen lediglich nach Bedarf mittels *Handpumpen*, an einzelnen Bahnstellen jedoch, wo dieses einfache Verfahren unzulänglich gewesen wäre, wie beispielsweise zunächst der Station Boulevard de Courcelles, hat man für das Sickerwasser seitlich des Tunnels einen Sammelstollen S (Fig. 8) erbaut, der mit einem bis zur Strasse emporreichenden, gemauerten Luftschacht k und durch einen aus Zementmauerwerk hergestellten Zwischenbau k_1 mit dem Hauptkanal K des genannten Boulevards in Zusammenhang steht. Der Sammelstollen und Luftschacht

Fig. 7.
Querschnitt der Brückenkonstruktion an der Nordbahn-Ueberseztung.

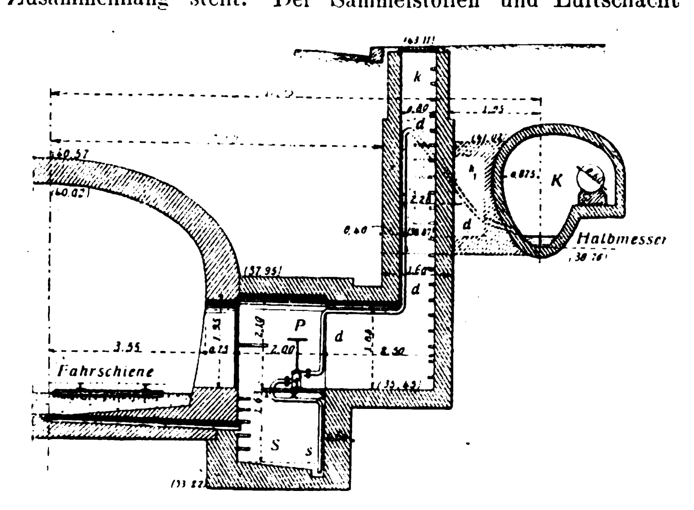


Fig. 8
Querschnitt des Pumpeneinbaues zur Tunnelentwässerung am Boulevard de Courcelles.

ist durch eine in der Tunnelwand ausgesparte Türöffnung von der Bahnstrecke aus zugängig. Im Hauptraume des Stollens S befindet sich eine elektrisch betriebene Pumpe P, deren Saugrohr s bis in die tiefste Stelle des Stollens reicht, während ihr Druckrohr d heberartig durch k und k_1 nach dem Hauptkanal geführt ist. Das Anlassen und Abstellen dieser Pumpe, welche also die Tunnelwässer in den städtischen Hauptkanal zu fördern hat, geschieht gewöhnlich durch den Bahnwärter mit der Hand, kann aber auch bei aussergewöhnlichem Wasserandrang durch Vermittlung eines Schwimmers selbsttätig erfolgen.

Auf den normalen Hochbahnbrücken mit eingewölbtem Roste hat die schon weiter oben einmal erwähnte Zementabdeckung der Ziegelgewölbe beiderseits über den Anläufen gegen die Mitte der Brückenbahn ein Gefälle erhalten, sodass der tiefste Punkt immer mit der Brückenachse XY (Fig. 5) zusammenfällt. Die hier zusammenlaufenden, feuchten Niederschläge gelangen durch ein Rohr R (Fig. 5, 9 und 10) in eine eiserne Rinne C (Fig. 5 u. 9), welche entlang der ganzen Brücke verläuft und mithin dieselbe Lage einnimmt, bezw. dasselbe Gefälle besitzt, wie die Brückenbahn. Am tiefsten Punkte gelangt sodann das aus C kommende Wasser in die quer unter der Brücke angebrachte, rechts wie links im Gefälle verlaufende Eisenblechrinne Q_1 und Q_2 (Fig. 5, 9 und 10), um endlich rechts wie links durch ein Abfallrohr AA (Fig. 5) den Weg nach abwärts und schliesslich in den Abzugskanal der Strasse zu finden. Man hat es absichtlich unterlassen, die Abfallröhre AA in das Innere der als Brückenpfeiler dienenden gusseisernen Säulen zu leiten, wenngleich dies für den Wasserabfluss verhältnismässig sicherer und auch vom Standpunkte des guten Aussehens vorzuziehen gewesen wäre. Es stand nämlich zu befürchten, dass dieser Vorteil doch nur auf Kosten der Säule und ihres Unterbaues erreicht werden könnte, welche Teile jedoch entschieden die grössere Sorgfalt verdienen. Für alle Fälle erscheint bei der jetzigen Anordnung eine Schädigung des Wasserabzuges und der zugehörigen Teile durch Eisbildung oder Verstopfungen und ebenso ein besonders rasches Rosten der Säuleninnenwände sicherer und besser bekämpft, als wenn man den anderen Weg eingeschlagen hätte. Wie die Verbindung zwischen den Längsrinnen C und den Querrinnen Q_1 und Q_2 durchgeführt ist, sowie die Art und Weise der Rinnenbefestigung, zeigen insbesondere die beiden Querschnittsdarstellungen Fig. 9 u. 10. Ausserdem lässt sich aus Fig. 9 auch die Anordnung der Querträger, welche, wie weiter oben hervorgehoben wurde, in mittleren Abständen von 1,5 zu 1,5 m die Untergurten der beiden Hauptträger der Normalbrücken verbinden und

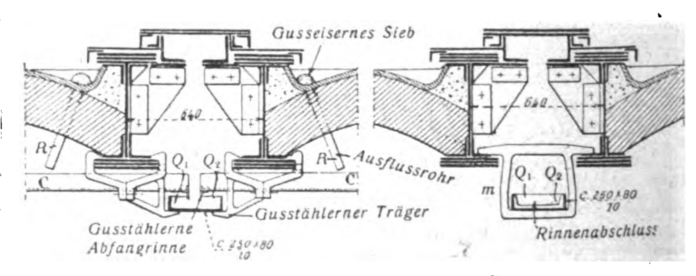


Fig. 9.
Querschnitt X Y der Brückenabdeckung (in der Längsmitte der Brückenbahn).

Fig. 10.
Querschnitt a b der Brückenabdeckung (ausserhalb der Längsmitte der Brückenbahn).

die Widerlager der Ziegeleinwölbungen bilden, sowie die Anläufe dieser Gewölbe und desgleichen die hier angebrachten Wasserabzugsröhren R des näheren ersehen, welch letztere oben ein gusseisernes Sieb als Mundstück haben und den Wasserablauf aus je einer Hälfte des anstossenden Gewölbes nach der offenen Längsrinne C vermitteln.

Von den 22 neuen Stationen des Nordringes sind vier oberirdisch, nämlich Hochbahnstationen, und die übrigen unterirdisch; sie weisen eine mittlere gegenseitige Entfernung von nur 500 m auf, während die Stationen der zuerstderbauten Hauptlinie No. I in durchschnittlichen Abständen von 625 m auf einander folgen. Von den unterirdischen Stationen des Nordringes sind alle bis auf die Umsteigstationen fast genau nach dem Muster der ersten Hauptstrecke ausgeführt und zwar liegen 14 derselben im Tunnel (vgl. Bd. **315**; Fig. 6, S. 552) und nur zwei, nämlich die Stationen Rue de Rome und Place de la Nation in mit Stahlblechrosten abgedeckten Einschnitten (vgl. Bd. **315**, Fig. 7, S. 552). Bei den Tunnelstationen findet sich gegenüber dem ursprünglichen Muster lediglich die kleine Abweichung, dass sie mit einer Scheitelhöhe von 5,90 m ausgeführt wurden, während diese bei den Stationen der zuerstderbauten Linie mit 5,70 m bemessen ist. Die Weite des Stationstunnels von 14 m, ebenso die Breite von 4 m und Länge von 75 m der Bahnsteige und der ganze sonstige Grundriss haben keinerlei Aenderung erlitten, ebensowenig wie die allgemeine Anordnung der Stiegenaufgänge, Ueberbrückungen und Diensträume. Desgleichen ist die Ausstattung mit elektrischem Licht und die Verkleidung der Stiegen und Tunnelwände mit weissglasierten Chamotteziegeln dieselbe geblieben, wie bei den ersten Ausführungen.

(Fortsetzung folgt.)

Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 490 d. Bd.)

3. Wasserrohrkessel mit geraden Röhren und getrennten Wasserkammern für die einzelnen senkrechten Rohrreihen.

Bei den bisher besprochenen Kesselsystemen waren sämtliche Röhren eines Kessels im allgemeinen zu einem Bündel vereinigt, indem entweder an jedem Ende oder nur an einem Rohrende je eine Wasserkammer vorhanden war. Die Herstellung dieser Wasserkammern in Form von flachen prismatischen Kasten, deren Wände durch Stehbolzen versteift werden müssen, verursacht nicht unerhebliche Kosten, die mit der Höhe der Dampfspannung rasch wachsen. Bedenkt man nun, dass die Wasserrohrkessel in vielen Fällen nur dadurch den Vorzug vor anderen Systemen verdienen, dass sie selbst bei den höchsten gebräuchlichen Spannungen ohne Schwierigkeiten anwendbar sind, so wird man es erklärlich finden, dass man die wenig zweckmässige prismatische Form der Wasserkammern durch andere Formen zu ersetzen versuchte. Eine wirksame Verbesserung in dieser Richtung wurde durch die Anwendung zylindrischer Wasserkammern erreicht, wie dies bei den Kesseln von *G. Kuhn*, von *Bary* und von *Garbe* besonders hervorgehoben wurde. (Siehe die Fig. 199—214, S. 436—439 d. Bd.)

Allerdings darf der Durchmesser der zylindrischen Wasserkammern nicht zu gross werden, weil dann bei hohen Spannungen dieselben Nachteile auftreten, wie bei den üblichen Grosswasserraumkesseln. Es muss infolgedessen nur eine geringe Zahl von Röhren zu einem Bündel vereinigt und der Kessel aus mehreren solcher Rohrbündel zusammengesetzt werden.

Die prismatischen mit Stehbolzen versteiften Wasserkammern können aber noch in anderer Weise umgangen werden, indem nämlich jede senkrechte Rohrreihe für sich mit einer schmalen Wasserkammer versehen wird. Diese Einrichtung macht ebenfalls jede besondere Versteifung überflüssig und hat noch den weiteren Vorteil, dass die einzelnen Wasserkammern als Massenartikel hergestellt werden können. Das Material der Wasserkammern ist bei mässigen Dampfspannungen Gusseisen, bei hohen Dampfspannungen Stahlguss oder getempertes Gusseisen.

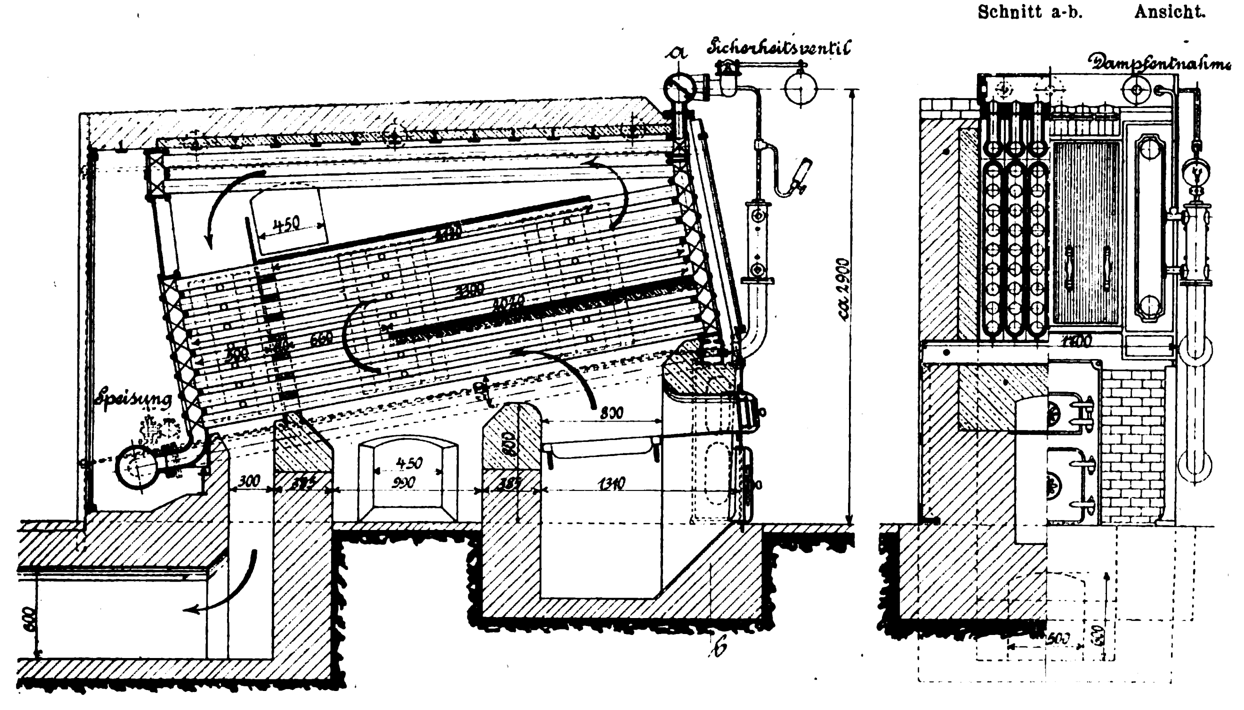


Fig. 240. Fig. 241.

Sicherheitsröhrendampfkessel von Simonis & Lanz.

Ein weiterer Vorteil dieser Konstruktion liegt noch in der weitgehenden Zerlegbarkeit der Kessel. Man findet daher auch diese Konstruktion vielfach bei Kesseln angewendet, die in oder unter bewohnten Räumen Aufstellung finden sollen, weil der Zugang zu diesen Räumen häufig kein bequemer ist. Auch für Kessel, die in schwer zugänglichen Gebirgsgegenden verwendet werden sollen, ist diese Konstruktion vorteilhaft.

Die getrennten Wasserkammern werden sowohl an beiden Rohrenden angebracht, sodass die Wasserzirkulation im all-

gemeinen derjenigen der Zweikammerkessel entspricht, oder die Rohre werden nur an einem Ende mit den Wasserkammern verbunden, wobei dann, wie bei den Einkammerkesseln, zur Erzielung einer Wasserbewegung innere Zirkulationsröhren Anwendung finden müssen.

Man findet entweder nur die Rohre einer Vertikalreihe oder auch diejenigen zweier Reihen in derselben Wasserkammer vereinigt. Bei Vereinigung von drei oder mehr

die beiden Dampfrohrreihen hintereinander, um schliesslich in das Dampfsammelrohr zu gelangen.

Die Dampfröhren trocknen den Dampf in wirksamer Weise. Da aber diese Kessel erfahrungsmässig sehr zum Ueberkochen, d. h. zur Lieferung nassen Dampfes neigen, so ist im Dampfsammelrohr noch ein 3 mm starkes Blech der Länge nach eingesetzt, welches mit etwa 10 mm weiten Löchern versehen ist und zur Wasserabscheidung dienen soll.

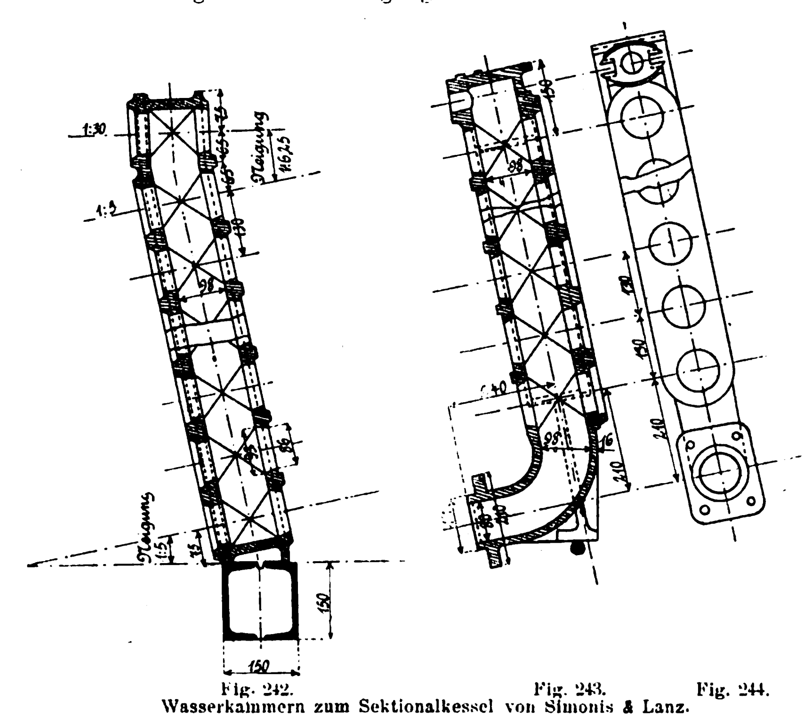


Fig. 242. Fig. 243. Fig. 244.
Wasserkammern zum Sektionalkessel von Simonis & Lanz.

Fig. 247. Fig. 248. Fig. 249.
Rohrbefestigung am Sektionalkessel von Simonis & Lanz.

Reihen würde sich eine besondere Versteifung der Wasserkammern wieder mehr und mehr als notwendig erweisen.

Fig. 240—249 beziehen sich auf den sogenannten *Sektional-Sicherheitsröhrendampfkessel von Simonis & Lanz* in Frankfurt a. M. Der dargestellte Kessel (Fig. 240 und 241) hat eine wasserberührte Heizfläche von 36,6 qm und eine dampfberührte Heizfläche von 15,7 qm. Die Rostfläche beträgt 0,75 qm. Der Kessel kann bei 10 Atm. Betriebsspannung in oder unter bewohnten Räumen aufgestellt werden und wird auch vorzugsweise für diesen Zweck gebaut, während die Firma *Simonis & Lanz* im übrigen ihren Zweikammerkessel (Fig. 140 bis 142, S. 373 d. Bd., verwendet.

Der Sektionalkessel (Fig. 240 u. 241) besteht aus 60 Röhren, die in 6 senkrechten Reihen angeordnet sind. Die unteren 8 Rohre jeder Reihe sind stark geneigt (1 : 5) und bilden in der Hauptsache den Wasserraum; nur die vorderen Enden der obersten Rohre liegen über dem Wasserspiegel und bilden daher gemeinsam mit den beiden oberen, nur sehr schwach nach hinten geneigten Rohrreihen den Dampfraum.

Jede senkrechte Rohrreihe ist hinten und vorn mit einer gusseisernen Wasserkammer versehen. Die hinteren Wasserkammern stehen sämtlich unten mit einem wagerecht liegenden, als Schlammsammler dienenden gusseisernen Rohr in Verbindung, in welches auch die Speiseleitung mündet. Die vorderen Wasserkammern nehmen die stark geneigten Wasserröhren und die untere Reihe der Dampfröhren auf. Die obere Reihe der Dampfröhren steht hinten mit der unteren Reihe und vorn mit einem querliegenden Dampfsammelrohr in Verbindung. Der in den Wasserröhren entwickelte Dampf steigt zu den vorderen Kammern auf und durchströmt dann

Fig. 245. Fig. 246.
Querschnitt durch die Wasserkammer am Sektionalkessel von Simonis & Lanz.

Die Dampfabsperr- und die Sicherheitsventile sitzen am Dampfsammelrohr. Die Wasserstandsgläser sind vorn rechts am Kessel an einem weiten senkrechten Rohr angebracht, welches einerseits durch ein genügend weites, schrägliegendes Rohr mit dem hinteren Speisewasserstutzen, andererseits durch ein enges Rohr mit dem Dampfsammler in Verbindung ist.

Die Einzelheiten der Konstruktion sind in Fig. 242—249 dargestellt.

Fig. 242 zeigt einen Schnitt durch die vordere Wasserkammer, Fig. 243 einen Schnitt und Fig. 244 eine Ansicht der hinteren Wasserkammer. Der Flansch des unteren Krümmers schliesst an den Schlammsammler an. Der oberste Flansch in Fig. 244 dient zur Aufnahme eines kurzen schmiedeeisernen Rohres, welches dem entwickelten Dampfe einen unmittelbaren Abfluss von der hinteren Wasserkammer zur hinteren Dampfkammer ermöglicht. Diese Verbindung ist in Fig. 240 nicht besonders dargestellt; sie ermöglicht auch dem aus dem Dampfe ausgeschiedenen Wasser einen Abfluss zum Wasserraum des Kessels.

Fig. 245 und 246 geben einen Querschnitt durch die Wasserkammer und den Kammerverschluss wieder; der letztere wird in derselben Weise ausgeführt, wie dies bei dem Zweikammerkessel von *Simonis & Lanz* (Fig. 140—144) erläutert wurde.

Schliesslich zeigen Fig. 247—249 noch die Befestigung der Rohre mit den Wasserkammern. Die Rohre werden mit einem Flansch an den Enden versehen und durch Schrauben mit Benutzung von Dichtungsscheiben mit den Wasserkammern verbunden.

Während *Simonis & Lanz* den Sektionalkessel nur für

geringe Leistungen ausführt, baut die *Babcock und Wilcox-Gesellschaft* ihr Sektionalsystem in allen Grössen.

Fig. 250 und 251 geben eine Kesselanlage, bestehend aus zwei Kesseln von je 330 qm Heizfläche, nach der Ausführung der *Deutschen Babcock und Wilcox-Werke* in Oberhausen wieder.

Jeder Kessel ist mit einem Ueberhitzer von 37 qm Heizfläche und mit der patentierten Kettenrostfeuerung der Firma ausgestattet.

Die zu einer Abteilung vereinigten Wasserröhren, welche 102 mm Durchmesser besitzen, liegen nicht in einer senkrechten Ebene, sondern sind im Zickzack angeordnet, um die Heizgase möglichst am unmittelbaren Durchgang zu hindern und um hierdurch die Wirksamkeit der Heizgase zu erhöhen.

Die Einzelkammern sind infolgedessen in schlangenförmigen Windungen ausgeführt; Fig. 252 zeigt zwei nebeneinanderliegende Einzelkammern in grösserem Masstabe. Die Kammerverschlüsse sind aus Fig. 253—257 zu erkennen. Fig. 253 zeigt einen Querschnitt durch die Kammer. Der äussere Verschlussdeckel ist in Fig. 256 und 257 dargestellt; er wird durch eine Schraube mit Mutter gegen die Kammerwand gepresst, wobei der Schraubenkopf sich gegen den inneren Verschlussdeckel (Fig. 254 und 255) legt.

Letzterer ist nicht kreisrund, sondern hat eine längliche Form, welche das Einbringen in die Kammer ermöglicht. Der innere Deckel gibt auch keine Abdichtung, sondern liegt nur an den beiden Enden an der Kammerwand auf, um den Zug der Schraube zu übertragen. Die Dichtung erfolgt daher in den beiden Ringflächen zwischen dem äusseren Verschlussdeckel einerseits und der Kammerwand, bezw. der Schraubenmutter andererseits.

Jede Einzelkammer steht durch ein besonderes Rohr mit dem Oberkessel in Verbindung. Um sämtliche Verbindungsröhren parallel stellen zu können, erhält der Oberkessel seitliche Ansätze, in welche die äusseren Verbindungsröhren eingeführt werden.

Jeder der in den Fig. 250 und 251 dargestellten Kessel hat 16 Sektionen und 2 Oberkessel; je 8 Sektionen sind an einem Oberkessel angeschlossen. Die beiden Oberkessel haben einen gemeinsamen Dampfsammler, sind aber sonst im Wasserraum ohne jede Verbindung. Die beiden Wasserräume eines Kessels haben gewöhnlich nur eine Verbindung durch den gemeinsamen Schlammsammler, der hinten unter den Einzelkammern liegt und durch kurze Rohrstücke mit den letzteren verbunden ist. Diese Verbindung genügt jedoch erfahrungsmässig nicht immer, um den Wasserstand in beiden Oberkesseln genau hoch zu halten, sodass sich eine unmittelbare

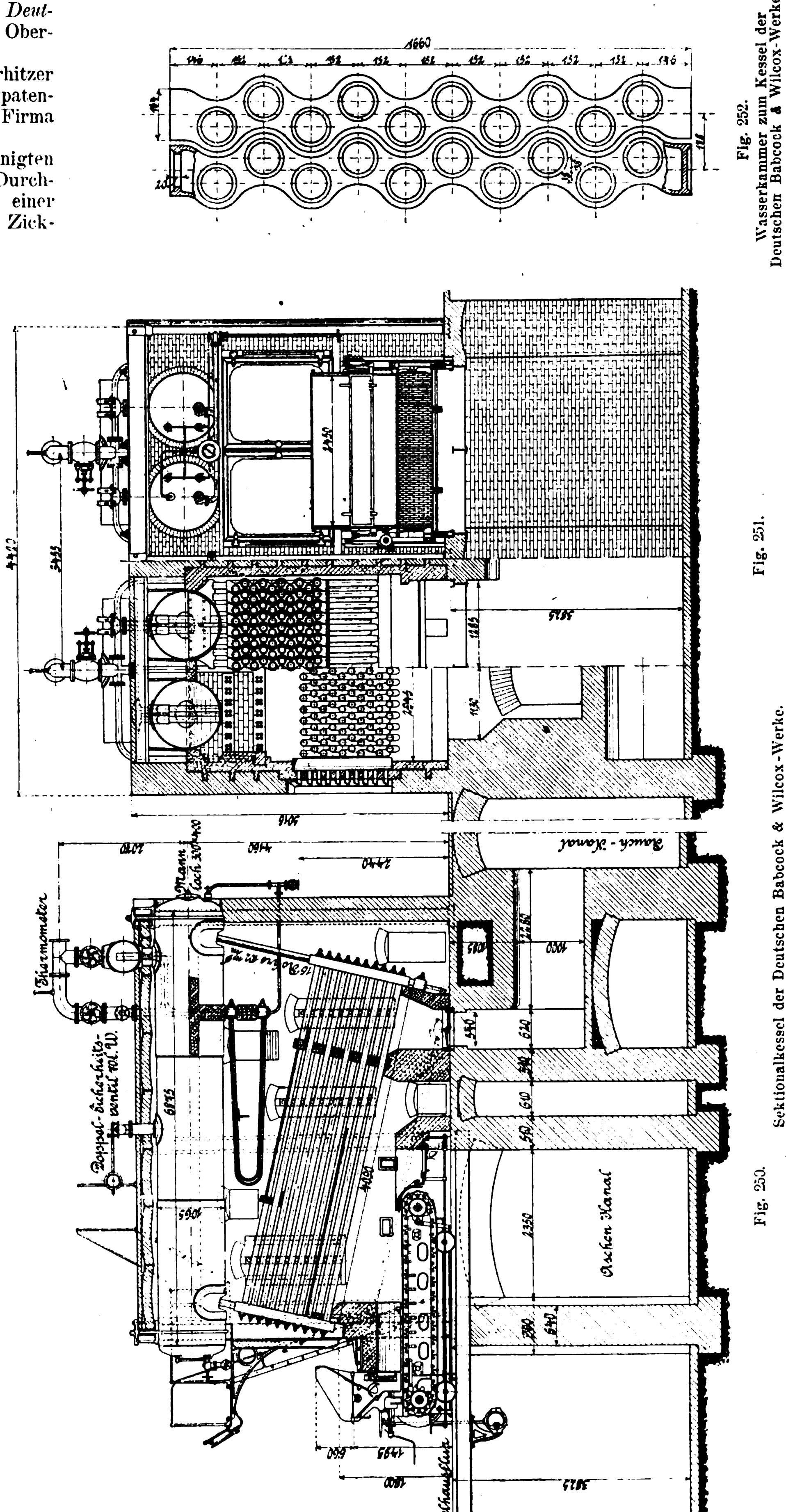


Fig. 252. Wasserkammer zum Kessel der Deutschen Babcock & Wilcox-Werke.

Fig. 251.

Fig. 250. Sektionalkessel der Deutschen Babcock & Wilcox-Werke.

Verbindung der letzteren durch einen weiten Stutzen immerhin empfehlen würde.

Der aus U-förmig gebogenen Röhren gebildete Ueberhitzer besitzt eine Vorrichtung, die die Füllung des Ueberhitzers mit Wasser ermöglicht, was beim Anheizen des Kessels oder beim Betriebe ohne Dampfüberhitzung wertvoll für den Schutz der Ueberhitzerrohre ist. Eine ausführliche Besprechung des *Babcock & Wilcox*-Ueberhitzers brachte der Verfasser schon in seiner früheren Veröffentlichung: „Die Anwendung des überhitzten Dampfes usw.[1]), D. p. J. 1899, sodass hier darauf verwiesen werden kann.

Die mechanische Patentkettenrostfeuerung besteht aus einer endlosen, aus kurzen gusseisernen Roststabgliedern zusammengesetzten Kette, die oben und unten in bestimmten

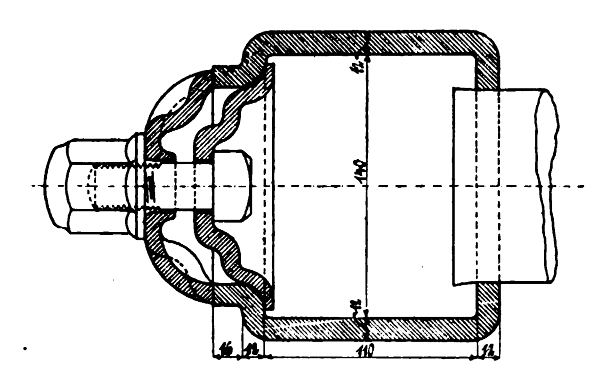


Fig. 253.
Querschnitt durch die Wasserkammer des Babcock & Wilcox-Kessels.

Zwischenräumen durch Walzen unterstützt wird, welche in gusseisernen Seitenrahmen gelagert sind. Diese Seitenrahmen, auf 4 Rädern ruhend, bilden den Kettenrostwagen, der aus dem eigentlichen Feuerraum herausgezogen werden kann.

Aus dem am vorderen Ende befindlichen abstellbaren Kohlentrichter gelangt das Brennmaterial der ganzen Rostbreite nach auf die Kette, die durch ein regulierbares Schaltwerk langsam durch den Verbrennungsraum geführt wird.

Die Hauptantriebswelle macht 35 Umdrehungen in der Minute; der Kraftbedarf beträgt für jeden Kessel eine Pferdestärke. Im Falle eines Motorstillstandes kann der Rost auch von Hand aus bewegt oder durch die oben erwähnte zweiflügelige Schiebetür zeitweilig von Hand aus gefeuert werden.

Durch Versuche, die der *Schlesische Verein zur Ueberwachung von Dampfkesseln* im April 1901 an einem Dampfkessel von 420 qm Heizfläche der Zuckerraffinerie von

Fig. 254. Fig. 256.

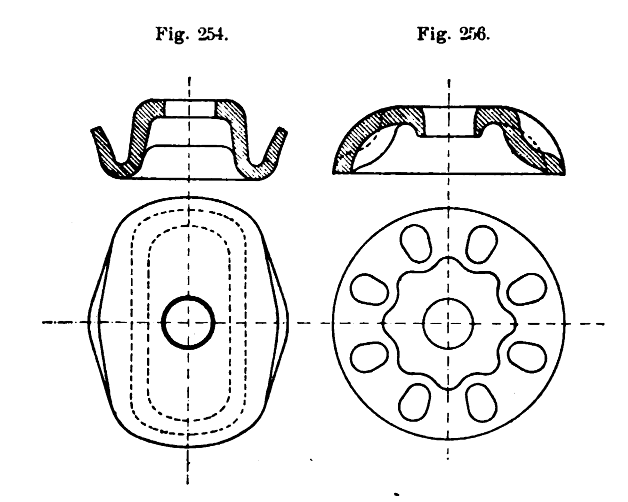


Fig. 255. Fig. 257.
Innerer und äusserer Verschlussdeckel für den Babcock & Wilcox-Kessel.

Schöller & Skene zu Klettendorf bei Breslau vorgenommen hat, wurde mit der Kettenrostfeuerung ein Wirkungsgrad von fast 0,80 erzielt.

Für Marinezwecke wird der *Babcock & Wilcox*-Kessel mit querliegendem Dampfsammler gebaut, während in jeder Einzelkammer zwei vertikale Rohrreihen vereinigt sind. Die letztere Anordnung vermindert das Kesselgewicht, ohne die Widerstandsfähigkeit der Kammer zu beeinträchtigen. Die

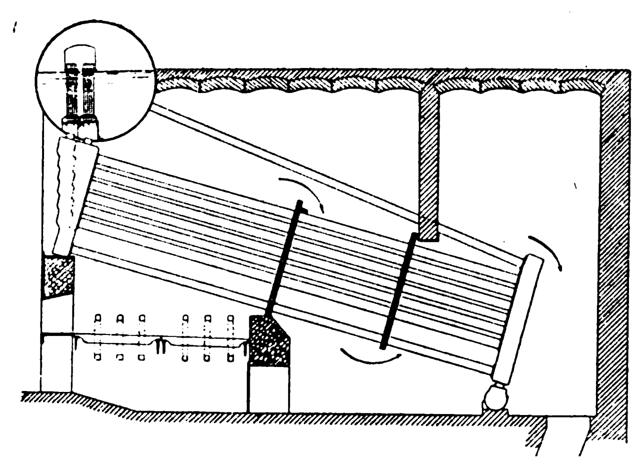


Fig. 258.

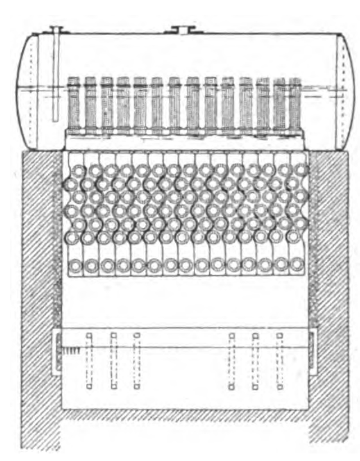


Fig. 259.

Kessel von Crépelle-Fontaine.

Die Geschwindigkeit der Kohlenzufuhr wird derart geregelt, dass sie zur vollständigen Verbrennung der Kohle ausreicht.

Die Höhe der Kohlenschicht ist durch eine zweiflügelige Schiebetür entsprechend der Belastung des Kessels genau einstellbar und zu regeln.

Die sich bildende Asche und Schlacke wird durch die Bewegung des Rostes nach rückwärts geschafft und fällt dort auf eine die Aschenfallöffnung abschliessende Klappe. Diese Klappe kann vom Heizerstand aus geöffnet werden und zwar geschieht dies ein- oder zweimal täglich, je nach dem Aschen- und Schlackengehalt der Kohle. Das Abschlacken findet somit vollkommen selbsttätig ohne Oeffnen von Heiztüren oder Zuhilfenahme von irgend welchen Werkzeugen statt.

[1]) Sonderabdruck im Verlage von *R. Schulze*-Mittweida erschienen.

Wasserröhren haben einen geringeren Durchmesser als bei den Landkesseln.

Eine eigenartige Ausbildung der vorderen Abteilungskammern findet sich bei dem Wasserröhrenkessel von *Crépelle-Fontaine*, La Madeleine bei Lille (Fig. 258 u. 259). Die Wasserröhren liegen wie beim *Babcock & Wilcox*-Kessel im Zickzack übereinander, sodass die von vorn gesehenen Wasserkammern wieder Schlangenwindungen aufweisen (Fig. 259). Ein erheblicher Unterschied besteht aber darin, dass nach Fig. 258 jede Einzelkammer durch eine Scheidewand in zwei Abteilungen getrennt ist. Die vordere Abteilung steht mit der untersten Rohrreihe in Verbindung, die hintere Abteilung mit den übrigen Rohrreihen. Jede Abteilung ist für sich mit dem Oberkessel verbunden, in welchem eine *Dubiau*sche Rohrpumpe eingebaut ist. Die hintere Abteilung der vorderen Wasserkammern nimmt nach oben hin an Querschnitt

zu, um der Dampf- und Wasserbewegung keine Hindernisse zu bieten.

Die hinteren Wasserkammern haben keine Scheidewand; sie sind unten durch einen Schlammsammler unter sich, und oben durch eine Rohrreihe mit dem Oberkessel verbunden.

Durch die beschriebene Einrichtung soll besonders die Zirkulation in den unteren Wasserröhren gefördert werden; zu empfehlen wäre aber jedenfalls noch eine besondere Verbindung des Oberkessels mit den unteren Enden der hinteren Wasserkammern, da die vorhandene Verbindung durch ein Rohr für jede Abteilung am oberen Ende kaum den Wert der Zwischenwand in den vorderen Kammern zur Geltung kommen lässt.

Fig. 260
Moberg-Kessel.

Fig. 261.

Wenig vorteilhaft dürften die grossen Räume im oberen Teile der Einmauerung sein; für die Zugwirkung bieten sie

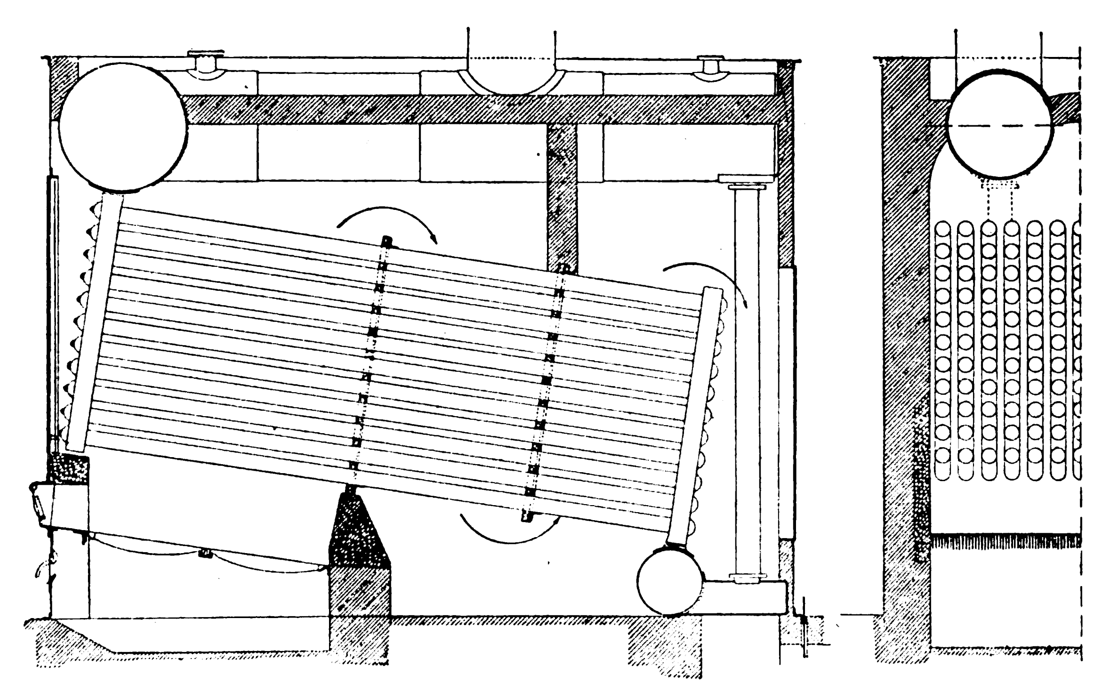


Fig. 262. Kessel von Roser. Fig. 263.

keine Vorteile, dagegen vermehren sie unnötig die wärmeausstrahlenden und luftdurchlässigen Flächen.

Die Seitenwände des Feuerraumes und die Feuerbrücke erhalten Luftkanäle, für welche aber Absperrvorrichtungen vorgesehen werden müssen, wenn nicht die Luft in unnötig grossen Mengen in den Feuerraum eintreten soll.

Das Material der Wasserkammern ist Stahlguss; die Zwischenwand wird mit Oeffnungen zum Einsetzen und Reinigen der Rohre versehen. Während des Betriebes sind diese Oeffnungen durch Deckel geschlossen.

Bei dem *Moberg*kessel der *Mechanischen Werkstätten Vulkan* in Noorkoping-Schweden (Fig. 260 u. 261) werden die Wasserröhren *a* in Einzelkammern *b* und *c* befestigt, die ebenfalls einen von unten nach oben wachsenden Querschnitt besitzen; ausserdem ist aber jede Einzelkammer durch fünf parallel liegende Röhren *f* bezw. *g* mit dem Oberkessel *d* verbunden, sodass auch an dieser Verbindungsstelle ein Querschnitt vorhanden ist, der demjenigen des Röhrenbündels fast gleichkommt, während bei den meisten Wasserrohrkesseln diese Stelle nur $^1/_6$ bis $^1/_7$ des Querschnittes des Röhrenbündels weit ist, sodass eine nicht unbeträchtliche Hemmung der Wasserbewegung eintritt.

Der Kessel von *N. Roser* in Saint-Denis (Seine) besitzt gerade Einzelkammern, Fig. 262 u. 263, und zeichnet sich sowohl durch die zweckmässige Gesamtanordnung wie durch die sorgfältige Einzelkonstruktion vorteilhaft aus.

Die beiden Oberkessel sind vorn durch einen Querkessel verbunden, der einen bequemen Anschluss der Wasserkammern ermöglicht. Die hinteren Wasserkammern stehen mit einen reichlich bemessenen Schlammsammler in Verbindung, der seinerseits unmittelbar mit den Oberkesseln verbunden ist, sodass für eine reichliche Wasserzuführung zu den untersten Rohrreihen Sorge getragen ist.

Interessant ist die Verbindung der Kammern mit dem Oberkessel bezw. mit dem Schlammsammler, indem hierfür nicht die fast allgemein gebräuchlichen, eingewalzten Rohrstücke, sondern nach Fig. 264 doppelt-konische Ringe verwendet werden, die durch eine Schraube und zwei Bügel mit den zu verbindenden Teilen zusammengepresst werden. Die Verbindung erfolgt ohne besonderes Dichtungsmaterial. Fig. 264 zeigt die Verbindung mit dem Schlammsammler; die Verbindung mit dem Oberkessel ist dieselbe. Der konische Kammerverschluss in den vorderen Wasserkammern hat natürlich eine solche Weite, dass die Wasserröhren bequem hindurchgesteckt werden können, während die hinteren Kammeröffnungen nur zum Aufwalzen und Reinigen der Rohre dienen.

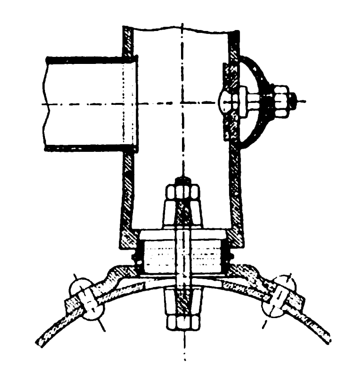


Fig. 264
Verbindung der Einzelkammern mit dem Schlammsammler beim Kessel von Roser.

(Fortsetzung folgt.)

Das Pressmetall und seine Beziehung zum Schweissen und Löten.

Prof. Dr. *Hof* in Witten hat ein Verfahren patentiert erhalten, nach welchem Späne von Weichmetallen durch Formpressung in solide Körper umgewandelt werden können, und im Anschluss daran eine Reihe von Versuchen angestellt, in denen er Späne von allerlei Metallen durch Pressungen bis zu 4000 Atm. zu mehr oder weniger fest zusammenhängenden Massen vereinigte. Seine Beobachtungen hat er in dem XXX. Band, Heft 7 der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht niedergelegt. Er zeigt u. A., dass ein aus Spänen zusammengepresstes Stück noch dichter sein kann, als ein Gusstück, da letzteres bei dem angewendeten Druck noch nachgab, also Hohlräume enthalten haben musste.

Die *Hof*schen Versuche haben ihre Vorgänger zum mindesten in Versuchen, welche Prof. *Clausius* in Zürich bereits zu Anfang der 60 Jahre vorgeführt hat: zwei Bleiplatten wurden hochkant mit dem Messer aus freier Hand möglichst geradlinig beschnitten und unmittelbar darauf gegeneinandergepresst, unter geringer Verschiebung. Sie blieben fest aneinander haften und vertrugen sogar das Anhängen von Gewichten in überraschender Weise. Dabei konnte man, den Spalt gegen das Licht haltend, deutlich erkennen, dass sich das Metall nur an wenigen Punkten berührte. Es waren immer nur wenige Quadratmillimeter, welche wirkliche Adhäsion erfuhren, was sich auch nach dem Auseinanderreissen klar erwies.

Ich selbst habe diese Versuche alljährlich im Physikunterricht wiederholt und sie auch in den technologischen Unterricht übernommen, als Einleitung zu dem Kapitel „Schweissen und Löten,“ und ich halte auch das Pressmetall für ein Produkt eines hierhergehörigen Vorganges: Es wird, wie auch *Hof* sich ausdrückt, die Adhäsion zwischen zwei getrennten Körpern, welche bekanntlich, wenn auch oft in sehr geringem Masse, sofort bei der Berührung auftritt, durch innige Berührung in Kohäsion übergeführt, und es gehört dazu nach meiner Auffassung eben nur diese innige Berührung, ohne dass gerade eine Pressung in der von *Hof* angewendeten Weise überall erforderlich ist.

Für diese Anschauung spricht, abgesehen von den weiter unten anzuführenden Versuchen von *Spring*, schon das bekannte Einfressen von Spurzapfen in das Spurlager. Ich besitze ein solches Stück, bei welchem die Vereinigung — kalte Schweissung — so stark wurde, dass der Zapfen abbrach, und die hierzu erforderliche Kraft nicht imstande war, die Trennung des Zapfens von der Pfanne zu bewirken. Solche Berührungsstellen sehen, wenn sie kurze Zeit ohne Schmierung gelaufen haben, bekanntlich ausserordentlich sauber aus; die völlige metallische Reinheit ist gewahrt, die Belastung, im Verein mit der von *Clausius* angewendeten Schiebebewegung bewirkt die innige Berührung, und die Vereinigung vollzieht sich, wie der Zapfenbruch beweist, plötzlich. — Beim Löten entfällt der Druck. Er darf es, weil das Lot im flüssigen Zustand angewendet, die innige Berührung also gewährleistet wird. Dabei ist die völlige Reinheit der Oberfläche der mit einander zu vereinigenden Stücke Hauptbedingung, ohne deren Erfüllung keine Lötung gelingt.

Das Schweissen gelingt ebenfalls nur, wenn durchaus für metallisch reine Oberflächen gesorgt wird, wie es beim Löten durch das Lötmittel: Lötwasser, Borax usw. oder beim Schweissen im Feuer durch den Schlackengehalt des Materials oder durch schlackenähnliche Zusätze bezw. Borax bewirkt wird. Um die innige Berührung herzustellen, muss zunächst das Material eine gewisse Weichheit besitzen. Es muss, wie Siegellack, die Eigenschaft haben, innen möglichst fest zu bleiben, obwohl die Oberfläche durch Erhitzen weich geworden ist. Diese Eigenschaft besitzt das Schmiedeeisen in vorzüglichem Masse. Es reicht dann ein Schlag, ein verhältnismässig geringer Druck aus, um die Vereinigung zu bewirken. Die Erwärmung hat mit der dann hervorgerufenen Kohäsion nichts zu tun, sie hat das Material weich gemacht und damit ihre Aufgabe erfüllt.

In gleicher Weise vollzieht sich auch die elektrische Schweissung nach *Thomsen-Houston*. Die Metallenden, Kupfer, Eisen, Nickel, Blei usw. werden, gut gerade bearbeitet, stumpf aneinandergestossen, nachdem sie in isolierte Fassungen eingespannt worden, und in die Leitung eines sehr starken Stromes geschaltet. Der an den Trennungsstellen auftretende Widerstand macht das Material glühend, die Fassungen werden etwas gegeneinander geführt, wodurch eine geringe Pressung der glühenden Metallenden gegeneinander hervorgebracht wird, und die Schweissung ist vollendet: das erweichte wiederum gut gereinigte Metall ist in die erforderliche innige Berührung gebracht worden und die Kohäsion ist in ihre Rechte getreten.

Die durchaus reine Oberfläche ist überall die Hauptbedingung. Auch bei den *Hof*schen Versuchen gelingt es nicht, unreine Metallspäne, wie z. B. angerostete Eisenspäne, zu vereinigen.

Der von *Clausius* betretene Weg ist von dem Präsidenten *Spring*[1]) der Brüsseler Akademie weiter verfolgt worden, und zwar seinem Berichte gemäss — Vortrag in der öffentlichen Jahressitzung der Akademie am 17. Dezember 1898 — offenbar ohne Zusammenhang mit seinem Vorgänger. *Spring* hat die vorliegende Frage sehr allgemein bearbeitet und ist daher auch auf das Zusammenpressen von Metallspänen gekommen; er hat Zinn- und Kupferpulver zu Bronze und Zink und Kupfer zu Messing zusammengepresst, ebenso Kupfer und Antimon, sogar Blei, Zinn, Wismut und Cadmium zu der bekannten leichtflüssigen Legierung.

Ganz eigenartig sind die diesbezüglichen Versuche ohne Verwendung der Pressung. Verschiedene Metallstücke: Gold, Platin Silber, Kupfer, Zink, Blei, Wismut usw., wurden, sehr eben bearbeitet, aufeinander gelegt und längere Zeit *ohne* jeden fremden Druck, aber bei erhöhter Temperatur, nur der Wirkung des Eigengewichtes überlassen. Die Temperatur wurde beträchtlich unter dem Schmelzpunkt gehalten: bei Platin 1600, bei Gold und Kupfer etwa 800 u. s. w. Es zeigte sich das überraschende Ergebnis, dass die Metalle der *gleichen* Art nach einiger Zeit — je nach der Härte in 3—12 Stunden — geschweisst waren, so dass sie ein Stück bildeten, ohne sichtbare Verbindungsstelle. Die Paare *verschiedener* Metalle hatten sich an der Verbindungsstelle legiert, und zwar umso tiefer, je geschmeidiger sie waren. Kupfer und Zink hatten eine $^1/_4$ mm dicke Schicht Messing gebildet, wärend Zinn und Blei sich in einer Dicke von 6 mm legiert hatten. Dagegen zeigten Zink und Blei, welche sich bekanntlich in geschmolzenem Zustande getrennt halten, ebenso wie Zink und Wismut, nur den Anfang einer Verbindung ohne jede Festigkeit.

Die oben gegebene Auffassung, dass die Adhäsion in Kohäsion übergegangen sei, wird hierdurch vollauf bestätigt. Aber es ist im höchsten Grade beachtenswert, dass, nach den Versuchen von *Spring*, die Pressung durch die *Dauer* bei einer verhältnismässig niederen Temperatur ersetzt werden kann. Dabei hat die Erhöhung der Temperatur nicht den oben angezogenen Wert der Erweichung sondern, wie *Spring* sagt, den der Erhöhung der Diffusion, des gegenseitigen Durchdringens der Moleküle.

Man könnte hier den Einspruch erheben, dass eine Diffusion nur bei verschiedenen Materialien auftreten kann, dass dieselbe also nur eine Rolle spielt, wenn Zink oder Zinn und Kupfer u. s. w. mit einander in Berührung treten. Denn es ist fraglich, ob ein gegenseitiges Durchdringen auch bei völlig gleichartigen Körpern, die auf einander geschichtet werden, beobachtet wird. Das Gesetz von *Gudberg* und *Waage*, wonach sogar die chemische Wirkung zweier verschiedener mit einander in Berührung tretender Körper aufhört, wenn der Gleichgewichtszustand eingetreten ist — Kalisalpeter und Chlornatrium wechseln ihre Basen aus, ebenso aber auch Chlorkalium und Natronsalpeter, bis zu einer gewissen Grenze hin — wird sicher auch auf die Legierungen sich erstrecken. Handelt es sich schliesslich doch nur um die Affinität, die gegenseitige Anziehungskraft der kleinsten Moleküle, dem Berührungspunkt zwischen Chemie und Physik. Man kann daher bei den obengenannten Vorgängen, gleiche Körper vorausgesetzt, füglich das Wort Diffusion fallen und lediglich die Adhäsion in seine Rechte treten lassen. *Haedicke.*

[1]) Naturwissenschaftliche Rundschau, 1900, No. 23, S. 285.



Die elektrochemischen Industrien an den Niagara-Fällen, New York.

Von dem Präsidenten der „*American Electro-chemical Society*“, einer erst im Frühling vorigen Jahres gegründeten Gesellschaft, Dr. *Joseph W. Richards,* ist kürzlich in der zu Philadelphia erscheinenden „Electrochemical Industry“ ein längerer, reich mit Abbildungen ausgestatteter Aufsatz über die elektrochemischen Anlagen an den Niagarafällen im Staate New York veröffentlicht worden, welchem die nachfolgenden Angaben entnommen sind.

Die Niagarafälle dürfen sich mit Recht rühmen, die Heimat der amerikanischen elektrochemischen Industrie zu sein. Neben der gewaltigen Menge der hier zur Verfügung stehenden Kraft, die sich halb so billig stellt, als die aus Kohle erzeugte, sogar wenn die Kohle selbst für nichts zu haben wäre, bieten die Fälle auch nach anderen Richtungen hin die günstigsten Bedingungen dar: die grossen Binnenseen, deren Küstenlinie 3600 (engl.) Meilen beträgt, bilden den billigsten Transportweg nach den grossen Handelsplätzen, von denen fast die halbe Bevölkerung Nordamerikas versorgt wird, wie auch für die Heranschaffung eines grossen Teiles der Rohstoffe; auf der Grenze zwischen zwei Ländern gelegen, von denen das eine Schutzzollpolitik, das andere der Hauptsache nach Freihandel treibt, hat der Fabrikant die freie Wahl, zu entscheiden, welche Politik für seinen besonderen Industriezweig mehr nutzbringend ist, ja, er mag es auch vorteilhaft finden, auf beiden Seiten der Grenze je eine Fabrik zu errichten, um beide Länder zu versorgen.

Obwohl bereits im Jahre 1861 mit der industriellen Ausnutzung der Wasserkraft durch den Bau eines Kanals begonnen wurde, der im Jahre 1887 von der *Niagara Falls Hydraulic Power & Manufacturing Co.* angekauft wurde und von dem aus mehrere Werke gespeist wurden, so bedurfte es doch erst der in dem letzten Jahrzehnt erfolgten Entwicklung der elektrochemischen Industrie, um die Erweiterung der Kraftstationen zu veranlassen. In einem Umkreise von 2 (engl.) Meilen an den Fällen sind auf der amerikanischen Seite im Staate New York innerhalb des kurzen Zeitraums von 8 Jahren mehr denn ein Dutzend verschiedenartiger elektrochemischer Industrien begründet worden. Die hauptsächlichen Kraftgesellschaften auf der amerikanischen Seite sind die schon erwähnte *Hydraulic Power & Mfg. Co.* und die *Niagara Falls Power Co.* Die von der ersteren erzeugte Kraftmenge beträgt gegenwärtig 35000 PS; die Gesellschaft hat jedoch die Erlaubnis erhalten, ihren Kanal zu erweitern, wodurch sich ihre Leistungsfähigkeit auf 100000 PS erhöhen wird. Die letztere Gesellschaft erzeugt 60000 PS und von dieser ganzen Menge werden drei Vierteile, also 45000 PS, in elektrochemischen Werken verwertet. Der kanadische Zweig dieser Gesellschaft, die *Canadian Niagara Falls Power Co.* hat von der *Canadian Park Commission* das Recht erworben, gegen eine jährliche Abgabe von 25000 Dollars 250000 PS zu erzeugen; die gegenwärtig noch im Bau begriffene Station soll im Juli nächsten Jahres in Betrieb gesetzt werden. Der von der *Hydraulic Power & Mfg. Co.* für 1 PS f. d. Jahr berechnete Preis schwankt zwischen 8 Dollars für diejenigen Werke, welche nur das Wasserrecht kaufen und ihre eigenen Maschinen aufstellen, und 20—25 Dollars für diejenigen, welche den Arbeitsstrom unmittelbar beziehen.

Die Castner Electrolytic Alkali Co.

Diese Gesellschaft, ursprünglich ein Zweig der *Mathiesen Alkali Co.* zu Providence in Rhode Island, ist gegenwärtig die amerikanische Vertreterin der *Castner-Kellner Co.* in England; ihr Präsident ist *B. F. Thurston,* ihr Betriebsleiter *Max Mauran.* Sie arbeitet nach den Patenten von *H. Y. Castner* (U. S. Patent 528322, 1894) und *Max Mauran* (U. S. Patents 674927 und 674930—674934) betr. die Elektrolyse von Kochsalzlösung.

Die ursprüngliche *Castner*sche Zelle besteht aus einem aus Schieferplatten hergestellten Kasten, 4 Fuss breit, 4 Fuss lang und 6 Zoll tief, dessen Kanten mit Gummizement ausgelegt sind. Durch zwei Längswandungen, die bis auf $^1/_{16}$ Zoll auf den Boden herabreichen, ist der Kasten in drei Abteilungen von je 15 Zoll Breite und 4 Fuss Länge geteilt, die durch Quecksilber auf dem Boden gegeneinander abgeschlossen sind. Die beiden äusseren Abteilungen bilden die Anodenräume und enthalten je 12 aus graphitischer Kohle hergestellte, in die Seitenwände eingesetzte Elektroden von 1 Zoll Durchmesser und 15 Zoll Länge; sie sind mit dichtschliessenden Deckeln und Abzugsröhren aus Gummi versehen, welch letztere mit Bleiröhren verbunden sind und dem Chlor den Abzug gestatten. In der inneren Abteilung, dem Kathodenraume, sind 20 Eisenbleche aufgehängt; sie ist lose mit einem Eisenblechdeckel versehen, welcher den freiwerdenden Wasserstoff entweichen lässt. Die von *Mauran* an dieser Zelle angebrachten Verbesserungen bestehen darin, dass die Eisenbleche in dem Kathodenraume durch einen eisernen Rost ersetzt sind, der aus 20 1 Zoll dicken und $^1/_2$ Zoll von einander entfernten Eisenstreifen von der Länge der Zelle gebildet ist, die an den Enden mit einander und mit den Zellenwänden verbunden sind. Ferner sind an Stelle der in die Seitenwände eingesetzten graphitischen Kohlenstifte, welche wiederholt Entweichen der Gase verursachten und auch erheblichen Widerstand leisteten, Blöcke von der Form einer Eisenbahnschiene eingeführt worden, welche in die Deckel der Abteilungen eingekittet werden und deren breite untere, bis auf $^1/_2$ Zoll zu dem Quecksilber hinabreichende Teile eine grosse Oberfläche darbieten; die oberen über den Deckel hinausragenden Enden sind durch zickzackige, stark paraffinierte Bleiverbindungen an einander angeschlossen. Auf diese Weise ist der für die Durchführung des Verfahrens erforderliche Strom um 20 v. H. erniedrigt worden.

Die äusseren Räume enthalten die stetig umlaufende starke Lauge; das Rohmaterial wird aus den Steinsalzlagern zu Retsof im Staate New York bezogen, Reinigung der Lösung vor ihrem Gebrauche findet nicht statt. Der Kathodenraum enthält reines Wasser. Der elektrische Strom geht zunächst durch die Lauge, setzt an den Graphitanoden Chlor ab und ladet das Quecksilber mit Natrium, um darauf die Kathoden zu erreichen, unter Entwicklung von Wasserstoff und Bildung von Aetznatron. Da der Nutzungsgrad des Stromes in den äusseren Abteilungen nicht ganz 100 v. H., in den inneren dagegen 100 v. H. und mehr beträgt, so lässt man nur 90 v. H. des anfänglichen Stromes durch die Kathodenzelle gehen, um eine Oxydation des Quecksilbers, infolge von Mangel an vorhandenem Natrium, zu verhüten. Es ist dies eine der grössten Schwierigkeiten des ganzen Verfahrens, wie auch die Rentabilitätsfrage hier eine grosse Rolle spielt, da jede der Zellen etwa 100 Pfd. Quecksilber enthält, die mehr wert sind, als der ganze übrige Apparat. Die Aetznatronlösung wird in eisernen Pfannen von 10 Fuss Durchmesser und 6 Fuss Tiefe eingedampft. Die in der Lauge sich ansammelnden Schwefelsalze werden entfernt, indem man von Zeit zu Zeit einen Teil der Lösung ablässt und mit Bariumchlorid reinigt, um sie dann von neuem zirkulieren zu lassen. Da die Lösung während des Verfahrens stark mit Chlor geladen wird, so erfolgt das Pumpen mittels irdener Pumpen.

Jede der Zellen erhält 630 Amp. und verbraucht 4,3 Volt. Da für die Zersetzung nur 2,3 Volt erforderlich sind, so werden also 53 v. H. der Stromstärke für die chemische Arbeit verwertet und 47 v. H. oder 1260 Watts in Wärme umgesetzt, wodurch die Temperatur in der Zelle nur um einige Grade über die normale Temperatur erhöht wird. Bei sehr heissem Wetter kann dieselbe allerdings den kritischen Punkt, 40° C., erreichen und die Bildung von Chlorat zur Folge haben, indessen hat sich bisher noch kein Erfordernis künstlicher Abkühlung bei den angewendeten Stromdichten — 111 Amp. f. d. Quadratfuss bei dem Quecksilber und wahrscheinlich 150 Amp. bei den graphitischen Anoden — herausgestellt.

Die theoretische Berechnung der Materialmengen für die Zelle und PS für einen Arbeitstag von 24 Stunden, unter Annahme einer Effektivität von 90 v. H., stellt sich folgendermassen:

	f. d. Zelle	f. d. PS
Zersetztes Rohsalz	65,25 Pfd.	17,6 Pfd.
Erzeugtes Aetznatron	44,62 „	12,0 „
„ Chlorkalk, enthaltend 36 v. H. Chlor	111,54 „	30,1 „

Die im vergangenen Jahre erweiterten Anlagen besitzen eine Gesamtleistung von 6000 PS, der tägliche Verbrauch von Salz beläuft sich auf über 50 t und die Erzeugung auf 36 t Aetznatron und 90 t Chlorkalk. Die Analyse des Aetznatron zeigt einen Gehalt von 97—99 v. H. Aetznatron, 1—2 v. H. Carbonat (durch Berührung mit der Luft), 0,3 bis 0,8 v. H. Chlornatrium, 0,03—010 v. H. Natriumsulfat und 0,05—0,10 v. H. Natriumsilicat. Das Sulfat kommt zum grössten Teile aus dem zur Aufnahme des Aetznatrons gebrauchten Wasser, das Chlor durch Oeffnungen in den Laugenräumen und das Silicat ist eine Folge der Corrosion der Schieferwandungen.

Die Acker Process Co.

erzeugt Aetznatron und Chlorkalk durch Elektrolyse von Kochsalz. Das von ***Chas. E. Acker*** und ***A. E. Acker*** ausgearbeitete Verfahren ist durch U. S. Patente 649565 (vom 15. Mai 1900), 674691 (vom 21. Mai 1901) und 687709 (vom 3. Dezember 1901) geschützt. Eine ausführliche, von ***C. E. Acker*** abgefasste Beschreibung desselben findet sich gleichfalls in den Transactions of the American Electrochemical Society, vol. I, 1902.

Das Verfahren besteht darin, dass geschmolzenes Kochsalz über geschmolzenem Blei elektrolysiert wird, wobei das Blei als Kathode dient. Während das freiwerdende Chlor durch Abzugsröhren entweicht, verbindet sich das Natrium mit dem Blei zu einer Blei-Natriumlegierung, die mittels Dampf in einer besonderen Abteilung des Apparates zersetzt wird, wobei sich flüssiges Aetznatron und freier Wasserstoff bildet; ersteres wird abgezogen, während letzterer alsbald verbrennt.

Der Apparat besteht in einem schweren gusseisernen Gefässe von 5 Fuss Länge und 2 Fuss Breite mit einem inneren Hohlraume von 12 Zoll Tiefe. An einem Ende desselben ist durch eine Wandung, welche in das am Boden befindliche Blei hinabreicht, ein kleiner Raum abgeteilt. Ueber dem Blei befindet sich das Chlornatriumbad in einer Höhe von ungefähr 6 Zoll, als Rohmaterial dient ungereinigtes im Staate New York gefördertes Salz. Die Anoden bestehen in vier graphitischen Kohlenblöcken von 3 Zoll Dicke, deren untere Oberfläche $14 \times 7^1/_2$ Zoll beträgt, und die sich der Bleikathode bis auf $^3/_4$ Zoll nähern; sie werden von je zwei runden fünfzölligen graphitischen Kohlenstäben, welche oben in Chamotteziegeln befestigt sind, festgehalten. Durch ein am Boden des abgeteilten Raumes angebrachtes Rohr, welches unterhalb des Bleispiegels mündet, wird der Dampf zugeführt, welcher das Natrium zu Aetznatron oxydiert. Dabei sinkt das Blei zu Boden und das Aetznatron fliesst aus dem Ofen ab, während der frei werdende Wasserstoff durch ein Ventil entweicht, verbrennt und durch eine sechszöllige eiserne Röhre in einen Schornstein gelangt. Das sich entwickelnde Chlorgas wird mit Hilfe eines kräftigen Luftfächers von 15 Fuss Durchmesser, mittels in den Seitenwandungen angebrachter Abzugsröhren, durch 30 *Hassenclever* Absorptionsapparate geleitet und hier durch gelöschten Kalk zu Chlorkalk umgewandelt.

In dem Ofenraum befinden sich im Ganzen 54 Oefen in 4 Reihen, von denen 40—45 jeweilig in Tätigkeit sind, während die anderen instandgesetzt werden. Die zur Verwendung kommende Kraft von 3000 PS erreicht die Fabrik in einem direkten Strom von 8200 Amp. mit einer Stärke von 275 Volt, so dass auf den einzelnen Ofen 6—7 Volt kommen. Die Stromausbeute wird auf 93 v. H. berechnet.

Die Erzeugung von Aetznatron wird auf 25 Pfund f. d. Stunde und Ofen, die gesamte tägliche Erzeugung auf 23000 Pfund angegeben. Der Ertrag an Chlor stellt sich f. d. Tag auf 21000 Pfund, woraus durch Zugabe von 36000 Pfund Kalk 57000 Pfund Chlorkalk erzielt werden. Die Gestehungskosten für das Aetznatron werden auf etwa 30 Doll. für 1 t berechnet, wovon 4,50 Doll. auf das Rohmaterial (Salz, zum Preise von 3 Doll. für 1 t angenommen), 11 Doll. auf die Kraft (bei 15 Doll. f. d. PS und Jahr), 0,50 Doll. auf Dampf und Neuschmelzen und 14 Doll. auf Arbeitslöhne und Reparaturen entfallen. Durch den aus dem Chlorkalk erzielten Nutzen verringern sich indessen die Kosten erheblich und zwar durch jeden aus dem Verkauf von Chlorkalk gewonnenen Dollar um 2,50 Doll. für 1 t.

Die National Electrolytic Co.

erzeugt Kaliumchlorat durch Elektrolyse von Chlorkalium nach dem Verfahren von ***W. T. Gibbs*** (U. S. Patente 665426 und 665427, 8. Januar 1901, betr. die Erzeugung von Chlorsalzen und U. S. Patent 665679, vom selben Datum, betr. einen elektrolytischen Apparat).

Die Zellen bestehen aus rechtwinkligen hölzernen Rahmen von 18×26 Fuss lichter Weite, die mit Bleiplatten abwechseln und von einem gemeinsamen Rahmen ähnlich einer Filterpresse zusammengehalten werden. Zwischen Rahmen und Platten befinden sich $^1/_4$ zöllige Gummipackungen. Die Anoden bestehen in Platinfolie, die über den Platten angebracht ist. Als Kathoden benutzte man ursprünglich Drahtgaze, die mit Kupferoxyd überzogen war, in der Erwartung, dass der freigesetzte Wasserstoff diese Oxyde reduzieren, die Elektroden dadurch depolarisieren und der für die Zelle erforderliche Strom verringert werden würde. Da sich indessen in der praktischen Ausführung diese Kathoden nicht bewährten, sind sie durch blosses Kupfer ersetzt worden. Die beiden Elektroden sind nur $^1/_{64}$ Zoll von einander entfernt und durch feine Isolierdrähte von einander getrennt. Der Zwischenraum zwischen je zwei Elektrodenpaaren beträgt 2 Zoll und reicht aus, um eine genügende Menge des Elektrolyten aufzunehmen. Die Chlorkaliumlösung, von der alle 30 Minuten ungefähr 1 Kubikfuss durch die Zelle geht, hat bei ihrem Eintritt in dieselbe eine Temperatur von 20° C.; unter Anwendung einer hohen Stromdichte und unter zweckmässiger Regulierung des ununterbrochenen zuströmenden Elektrolyten wird die Zelle beständig über 40° C., durchschnittlich auf 70° C. gehalten. Beim Austreten aus der Zelle enthält die Lösung reichliche Mengen von Chlorat, das beim Abkühlen auskrystallisiert.

Die Gesellschaft arbeitet mit 2000 PS. Die Stärke des nacheinander durch die Zellen gehenden Stromes beträgt 1650 Amp., so dass sich die Stromdichte an der Anode auf 500 Amp. f. d. Quadratfuss stellt. Da die Umsetzung des Chlorids in Chlorat 1,4 V. erfordert, so wird $^1/_3$ der Stromenergie für die chemische Arbeit verbraucht, während die anderen $^2/_3$ sich in Wärme umsetzen, die theoretisch genügen würde, um die Temperatur in der Zelle um 5° C. i. d. Minute zu erhöhen, würde sie nicht durch den beständig zuströmenden kühlen Elektrolyten niedergehalten. Nach einem von ***Kershaw*** in dem London Electrician veröffentlichten Bericht hat eine derartige Zelle, für welche ***Gibbs*** und ***Franchot*** im Jahre 1893 ein Patent erhalten haben, während eines im Jahre 1895 angeführten zweimonatlichen Versuches 4386 Pfd. Chlorat f. d. PS und Tag geliefert, was einem Nutzungsgrad von 67 v. H. entspricht.

Die Erzeugung von Kaliumchlorat ist einer der ältesten elektrochemischen Industriezweige; das Werk der *National Electrolytic Co.* darf sich indessen rühmen, sowohl in bezug auf die Anlagen, wie auf den Betrieb von keinem gleichartigen übertroffen zu werden.

Die Niagara Electrochemical Co.

Die im Jahre 1895 mit einem Kapital von 100000 Dollars gegründete Gesellschaft erzeugt in ihrem Etablissement zu Niagara Falls metallisches Natrium und Natriumperoxyd, und in ihrer Fabrik zu Perth Amboy in New Jersey Natriumcyanid. Die Hauptaktionäre sind die ***Aluminum Co. Ltd.*** zu Oldbury, England, die ***Deutsche Gold- und Silber-Scheide-Anstalt vorm. Rössler*** zu Frankfurt a. M. und die ***Rössler Hasslacher Chemical Co.***, 100 William Street, New-York. Ihr Präsident ist ***Franz Rössler***, ihr Sekretär und General-Betriebsleiter ***J. Hasslacher*** und ihr Chemiker und Betriebsleiter der Niagara-Fabrik ***Geo. F. Brindley.*** Die Gesellschaft arbeitet nach den *Castner*schen Patenten betr. die Erzeugung von metallischem Natrium (U. S. P. 452030, 12. Mai 1891), von Natriumperoxyd (U. S. Patent 494757, 4. April 1893), von Cyaniden (U. S. Patents 541066, 18. Juni 1895; 543643, 30. Juli 1895 und 575837, 2. März 1897).

Nur das durch das erstgenannte Patent geschützte Verfahren ist ein elektrochemisches und ist hier von Interesse.

Die Hauptschwierigkeit, chemisch reines Natrium durch Elektrolyse von Aetznatron zu gewinnen, besteht darin, dass bei der hohen Schmelzhitze des letzteren (308° C. in reinem Zustande) die Gefahr vorliegt, dass sich das Natrium wiederum in diesem unter Bildung von Natriumoxyd löst. Nach dem *Castner*schen Verfahren ist daher die Temperatur des Elektrolyten stets nur wenig über diesen Schmelzpunkt zu erhöhen. Hält man sie nur 5° darüber, so beträgt die Ausbeute 90 v. H., das beste in der Praxis zu erzielende Ergebnis. Ueber 325° darf die Temperatur nie steigen, soll das Bad nicht „tot" liegen bleiben.

Sobald der elektrische Strom den Elektrolyten passiert, wird zunächst das darin enthaltene Wasser zersetzt, bis jede Spur aus demselben verschwunden ist. Darauf erfolgt die Entwicklung von Natrium und Wasserstoff an der Kathode und von Sauerstoff an der Anode. Um nun zu verhüten, dass der Sauerstoff sich aufs Neue mit dem leicht oxydierbaren Natrium, sowie auch mit dem Wasserstoff verbindet, umgibt *Castner* die Kathode mit einem Gazeschirm, dessen Maschen zwar weit genug sind, um dem Elektrolyten den freien Umlauf zu gestatten, indessen zu klein sind, um die Natriumkügelchen oder die Sauerstoff- und Wasserstoffbläschen durchzulassen.

Der Apparat besteht in einem nach unten konisch zulaufenden eisernen Kessel, der 18 Zoll Durchmesser und 2 Fuss Tiefe hat und in Ziegelwerk eingesetzt ist. Am unteren Ende läuft der Kessel in eine 12 Zoll lange Röhre aus. In dieser ist die Kathode, ein Kohlestab, befestigt, die etwa bis in die Mitte des Kessels reicht und an dem oberen Ende einen Durchmesser von 4 Zoll hat. Der obere Teil der Kathode ist von einem 6zölligen Eisen- oder besser Nickelzylinder der Anode umgeben, und zwischen dieser und der Kathode befindet sich ein 5zölliger aus Nickelgaze hergestellter Zylinder, welcher die Fortsetzung eines festen 5zölligen Nickelzylinders bildet. Letzterer reicht nicht vollständig bis zu der Oberfläche des Elektrolyten und ist oben mit einem eisernen Deckel versehen, in welchem kleine Oeffnungen dem Wasserstoff das Entweichen gestatten.

Der Kessel enthält 250 Pfd. geschmolzenes Aetznatron. Der elektrische Strom hat eine Stärke von 1200 Amp. bezw. 5 V., die Stromdichte beträgt hiernach ungefähr 2000 Amp. für den Quadratfuss bei den Kathoden und 1500 Amp. bei den Anoden.

Die ganze Fabrik hat 4 Reihen von je 30 Kesseln in Betrieb, sie gebraucht 1000 PS und erzeugt, unter Annahme einer Stromausbeute von 90 v. H., täglich 52 Pfd. metallisches Natrium f. d. Kessel oder im Ganzen 6250 Pfd. Das macht etwas weniger als 4 PS f. d. Stunde für 1 Pfd. Natrium, die Kosten belaufen sich hierfür auf nur $^1/_2$ Cent. Rechnen wir die Kosten für das verbrauchte Aetznatron zu 2 Cents für 1 Pfd. oder zu 4 Cents für 1 Pfd. daraus gewonnenen Natriums, für Arbeitslohn 3 Cents und für Abnutzung, Neuschmelzen und Verpacken $2^1/_2$ Cents, so übersteigen die Erzeugungskosten nicht 10 Cents für 1 Pfd. Der Marktpreis für Natrium beträgt 35 Cents für 1 Pfund.

Der grössere Teil des Erzeugnisses wird auf Natriumsuperoxyd verarbeitet, indem man bei einer bestimmten Temperatur in eisernen Röhren Luft durch das Natrium gehen lässt. Der so erhaltene Artikel enthält 95—97 v. H. Superoxyd und 3—5 v. H. Carbonat und Feuchtigkeit und wird in Tonnenlieferungen mit 35 Cents für 1 Pfd. bezahlt.

Aus der Tatsache, dass die *Niagara Electrochemical Co.* im vergangenen Jahre ihre Leistung verdoppelt hat, scheint hervorzugehen, dass sie auch das Problem, einen Markt für ihr Produkt zu finden, gelöst hat.

Die United Barium Co.

hat, ebenfalls von der *Ampère Electrochemical Co.*, das Verfahren erworben, Bariumsulfat mit Hilfe des elektrischen Stromes in andere Bariumsalze zu verwandeln. Präsident dieser Gesellschaft ist *G. S. Ettla*, Betriebsleiter *T. L. Wells*.

Das von *C. S. Bradley* und *C. B. Jacobs* ausgearbeitete Verfahren (geschützt durch U. S. Patent 624041, 1899; Deutsches Patent 111667, 16. Dezember 1898) besteht darin, in einem elektrischen Lichtbogenofen (arc furnace) Bariumsulfat mit Kohle zu reduzieren; die verwandte Kohlemenge entspricht gewöhnlich nur $^1/_{10}$ des Gewichtes von Bariumsulfat. Es ergeben sich dabei nachstehende Reaktionen:

$$Ba\,SO_4 + 4\,C = Ba\,S + 4\,CO$$
$$3\,Ba\,SO_4 + Ba\,S = 4\,Ba\,O + 4\,SO_2$$
$$\overline{Ba\,SO_4 + C = Ba\,O + SO_2 + CO}$$

Die Reaktion ist indessen nicht vollständig, in der Regel werden nur ungefähr $^2/_3$ des Sulfates zu Oxyd, fast $^1/_3$ bleibt als Sulfid zurück und 1 bis 3 v. H. bleibt unverändert.

Der Ofen ist mit Kohleblöcken ausgelegt. Die geschmolzene Charge wird von Zeit zu Zeit abgestochen und der Ofen neu aufgefüllt. Durch eine geeignete Kühlvorrichtung ist der Arbeiter in den Stand gesetzt, seinen Platz in dichter Nähe des Ofens zu haben. Die Zugabe von neuer Charge muss jedoch allmählich geschehen, da die auch bei der Reaktion entwickelten Gasmengen sehr bedeutend sind und, falls das Schmelzen zu schnell erfolgt, heftiges Kochen verursachen. Gegenwärtig ist man mit Versuchen beschäftigt, um das sich entwickelnde Schwefeldioxydgas aufzufangen und Schwefelsäure daraus herzustellen: 1 t von verschmolzenem Sulfat liefert genügend Gas zur Erzeugung von $^1/_2$ t 50 hundertteiliger Säure.

Die abgestochene Schmelze lässt man zu Blöcken von 3 × 4 Fuss × 3 Zoll erkalten, die darauf aufgebrochen und mit heissem Wasser ausgelassen werden. Beim Abkühlen krystallisieren etwa 60 v. H. Bariumhydrat aus, $Ba\,(OH)_2 + 8\,H_2\,O$, während in der Mutterlauge etwa 20 v. H. Bariumsulfid und 20 v. H. Bariumsulfidhydrat zurückbleiben. Die Krystalle werden mittels einer Centrifuge ausgeschieden, getrocknet und zum Preise von 3 Cents für 1 Pfd. verkauft. Versuche, das in der Mutterlauge zurückgebliebene Barium in Form von Carbonat, sowie auch den Schwefel zu verwerten, sind zurzeit noch nicht abgeschlossen.

Das Rohmaterial, 90 hundertteiliges Baryt, wurde bisher aus Missouri bezogen, es kostet am Erzeugungsort 2 Doll. 50 Cts. für 1 t, doch erhöhen die Frachtgebühren den Preis loco Niagara Falls auf 6 Doll. für 1 t. Neuerdings hat die Gesellschaft an der nördlichen Küste des Lake Superior eine bedeutende Ablagerung von Baryt in der Nähe des Silver Island erworben. Die aus reinem weissen Baryt bestehende Ader hat eine Mächtigkeit von 77 Fuss, ist 600 Fuss weit am Lande verfolgt worden und 30 Fuss weit unter dem Wasser bemerkbar; die sichtbare Menge ist nach vorsichtiger Schätzung auf etwa 250 000 t angegeben. Die Kosten werden sich natürlich fortan erheblich niedriger stellen, da das Mineral von der Mine bis an das Dock der Gesellschaft mit dem Schiff gebracht werden kann.

Das Produkt findet in der Industrie mannigfaltige Verwendung. Das Bariumhydrat wird zur Herstellung von weisser Farbe, in der Zuckerfabrikation (unter Erzeugung von unlöslichem Bariumsaccharat) und zum Reinigen von Wasser für Dampfkessel verwertet. Die Mutterlauge dient zum Entfernen der Haare von Häuten (eine $2^1/_2$ hundertteilige Lösung genügt, um innerhalb $3^1/_2$ Stunden alle Haare zu entfernen, ohne dem Leder irgendwelchen Schaden zuzufügen); ferner zur Herstellung des neuen Farbstoffes Lithopone, einer Verbindnng von Zinksulfat und Bariumsulfid; auch lässt sie sich in Bariumcarbonat umsetzen und als solches in der Cyanidindustrie und zur Herstellung von Ziegeln verwerten. In letzterer Hinsicht soll es insbesondere, in geringen Mengen mit Ton vermischt, angeblich rote Ziegel verhindern, weiss zu werden, und weisse Ziegel, grün zu werden.

Die gegenwärtige Erzeugung des Werkes stellt sich auf 12 t Bariumhydrat $Ba\,(OH)_2 + 8\,H_2O$ für den Tag, doch ist man gegenwärtig mit der Ausführung von Erweiterungen beschäftigt, welche die tägliche Leistung auf 60 t bringen werden. Zurzeit sind 3 Oefen von je 400 PS, 2500 Ampère bezw. 120 V. in Betrieb. Nehmen wir an, dass 60 v. H. des Sulfates zu Oxyd umgewandelt wird, so beträgt die Stromausnutzung 74 v. H.

Die Oldbury Chemical Co.,

eine Zweiggesellschaft von *Albright & Wilson* in Oldbury, England, gebraucht 1000 PS zwecks Herstellung von gelbem Phosphor und Kaliumchlorat. Das Werk nimmt ein Areal von $3^1/_2$ Acres ein und beschäftigt 60 Arbeiter; der Betriebsleiter ist *Hugh H. Irvine*, die Vertreter in New York sind

J. L. & D. S. Ricker, Cedar Street. Die monatliche Produktion wird auf 30000 Pfg. Kaliumchlorat und die gleiche Menge Phosphor angegeben.

Zur Erzeugung von Phosphor wird nach dem *Readman—Parker*schen Verfahren gearbeitet, indem natürliches Phosphat, innig mit Kohle und Sand vermischt, in einem retortenähnlichen Ofen durch den zwischen zwei Kohlepolen gehenden elektrischen Strom erhitzt wird, wobei der Phosphor ausdestilliert, um unter Wasser kondensiert zu werden, während Calciumsilicatschlacke von Zeit zu Zeit abgelassen wird. Nach einem in Mineral Industry, Bd. VII, veröffentlichten Aufsatze werden 80—90 v. H. des in dem Rohmaterial enthaltenen Phosphors erzielt, und zwar nur 150 Pfd. für den Tag und Ofen. Um die oben angegebene monatliche Produktion zu erreichen, würden hiernach 6 Oefen erforderlich sein von je 50 PS.

Eine von *Irvine* erfundene Verbesserung (geschützt durch U. S. Patent 681367) besteht darin, den elektrischen Strom in dem Ofen durch einen aus feiner Kohle gebildeten Kern zu leiten, um welch letzteren die Charge aufgehäuft wird. Sobald diese schmilzt, steigt die Kohle an die Oberfläche und der Strom geht nunmehr durch die Schlacke, die sodann zum Schmelzen frischer Charge dient.

(Schluss folgt.)

Der neue Reiseweg nach Ostasien.

Die Eisenbahn von der europäisch-asiatischen Grenze am Ostabhang des Uralgebirges bei Tscheljabinsk durch Sibirien und die Mandschurei bis zum Gestade des Japanischen und Gelben Meeres ist bis auf die Baikal Ringbahn (Umgehungsstrecke des Baikalsees) im Bau vollendet; amtlich wird sie als „Sibirisch-Ostchinesische (Mandschurische) Eisenbahn“ [1]) bezeichnet, die in Verbindung mit dem russischen und westeuropäischen Bahnnetz ein Glied des grossen Ueberlandweges nach Ostasien bildet (Fig. 1). Als Endpunkt des Ueberlandweges nach Japan und China wird der von Russland im Südosten der Halbinsel Liautung errichtete Freihandelshafen Dalniy betrachtet. Von dort werden die Dampfer der Ostchinesischen Eisenbahngesellschaft im Anschluss an die aus Europa eintreffenden Sonderzüge den Verkehr zwischen chinesischen und japanischen Häfen unterhalten. Bis zur Baubeendigung der Baikal Ringbahn wird der Verkehr im Sommer auf zwei Dampffähren, im Winter auf Schlitten über den Baikalsee geleitet. Mit den Bauarbeiten der 260 km langen Baikal Ringbahn, die ein gebirgiges Gelände durchschneidet, hat man erst vor etwa zwei Jahren begonnen. Gegenwärtig ist dort der 2 km lange Baikaltunnel noch im Bau begriffen, dessen Vollendung im Jahre 1903 zu erwarten steht. Die Betriebseröffnung wird voraussichtlich im Jahre 1904 stattfinden. Auf der Ostchinesischen Bahn ist die Durchtunnelung des Grossen Chingan Gebirges [2]) von 3,1 km Länge auch noch nicht vollendet. Der Bau dieses Tunnels ist erst nach dem chinesischen Aufstande im Jahre 1901 in Angriff genommen worden und wird voraussichtlich Ende 1903 vollendet sein. Der Eisenbahnverkehr wird dort bis zur Fertigstellung des Tunnels über eine etwa 20 km lange Umgehungsbahn geleitet. Nach Peking besteht eine Verbindung im Anschluss an das Nordchinesische Bahnnetz Inkou—Kobandse—Shanhaikwan—Tongku—Tientsin über Station Taschizao der Südmandschurischen Linie (Fig. 2). Trotz der Lücke am Baikalsee

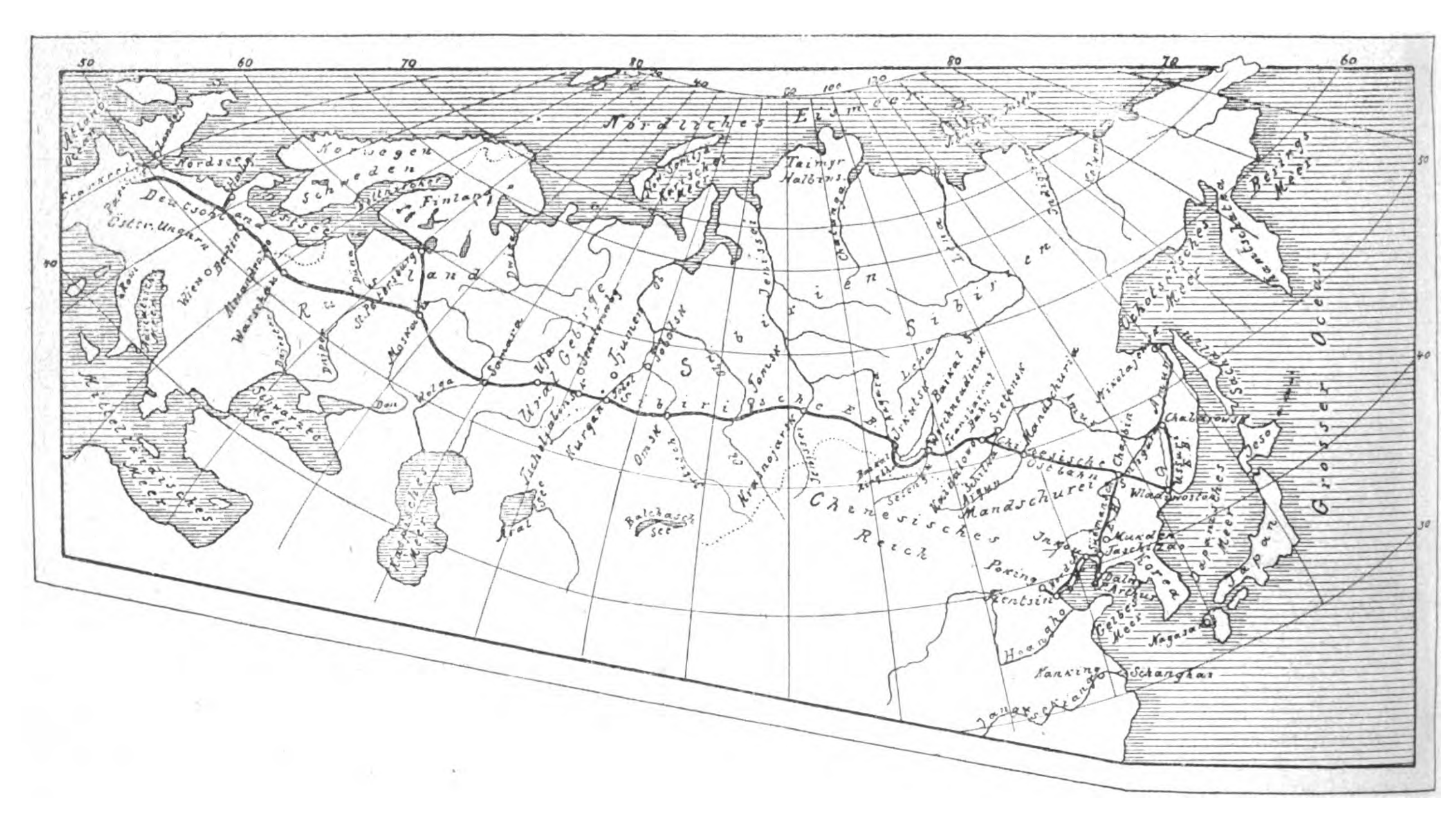


Fig. 1.

[1]) Die Ostchinesische Eisenbahn durchschneidet die nördliche Mandschurei; sie bildet das Verbindungsglied zwischen der Transbaikal- und Ussurieisenbahn. Der Bau dieser Linie ist von der Chinesischen Ostbahn Aktiengesellschaft ausgeführt worden, deren Satzungen am 4./16. Dezember 1896 von der russischen Regierung bestätigt wurden. Obgleich die Bahn chinesischss Gebiet durchschneidet, bildet sie ein Unternehmen Russlands, das nach den Satzungen den Chinesen nur Scheinrechte einräumt.

[2]) Der grosse Chingan, ein mächtiges Gebirgsmassiv, erstreckt sich von dem Hochlande, das sich nördlich von Peking erhebt, bis zum Amur. In der Richtung von S.S.W. nach N.N.O. beträgt seine Länge über 1000 km, bei etwa 300 km Breite. Die höchsten Erhebungen erreichen eine absolute Höhe von etwa 1130 m, besitzen aber keine Schneegipfel.



und einiger Ergänzungs- und Erweiterungsarbeiten auf den Sibirischen Bahnstrecken ist es heute möglich, aus Westeuropa über Russland, Sibirien und die Mandschurei. im Eisenbahnzuge das Gestade des Gelben Meeres und die Hauptstadt Chinas in erheblich kürzerer Zeit als auf dem Seewege zu erreichen und von Dalniy aus die Ueberfahrt nach Japan zu bewerkstelligen. Kürzlich ist denn auch der erste Sonderzug aus Moskau in Dalniy mit Fahrgästen eingetroffen, die nach kurzem Aufenthalt ihre Weiterreise nach Japan auf einem Dampfer der Ostchinesischen Eisenbahngesellschaft angetreten haben.

Die russische Regierung steht jetzt im Begriff, den Verkehr über Russland und Sibirien nach Ostasien zu regeln. Für diesen Zweck werden demnächst in fast allen Hauptstädten Europas und in den Zweigniederlassungen der internationalen Schlafwagengesellschaft unmittelbare Fahrkarten verabfolgt werden nach: Mandschuria (Station an der russisch-mandschurischen Grenze), Charbin (neugegründete Handelstadt in der Mandschurei am Ufer der schiffbaren Sungara, Knotenpunkt der Ostchinesischen Bahn mit ihrer südlichen Abzweigung nach Dalniy und Port Arthur), Mukden (Hauptstadt der Provinz Schöng-king), Jnkou auch Jing-tsze-kou (Handels und Hafenstadt der Mandschurei auf russischem Einflussgebiet am linken Ufer des Liau-ho; mit der Südmandschurischen Linie bei Station Taschizao verbunden), Dalniy, Port Arthur (russischer Kriegshafen im Süden der Halbinsel Liautung), Shanghai, Nagasaki, Peking und Tientsin. Die Giltigkeitsdauer der gewöhnlichen Fahrkarten wird zwei Monate, der Rückfahrtkarten neun Monate betragen. Ausserdem wird die Einführung von Jahresfahrkarten mit vollständiger Beköstigung in Sonderzügen und von Fahrscheinheften für bestimmte Wegabschnitte (Alexandrowo — Moskau, Moskau — Tscheljabinsk, Tscheljabinsk — Irkutsk u. s. w.) geplant. Für die Reise von China über Russland nach Westeuropa wird der Fahrpreis in Rubeln, für die entgegengesetzte Richtung in Franks und für die in Deutschland verabfolgten Fahrkarten in Mark berechnet werden. Wegen Einführung von Fahrscheinheften für eine Rundreise um die Welt beabsichtigt die russische Regierung mit den Dampfschiffahrts- und Eisenbahnverwaltungen Europas, Nordamerikas und Kanadas Vereinbarungen zu treffen.

Von der Hauptstadt des Deutschen Reichs sind für die Reise nach Ostasien über Russland, Sibirien und die Mandschurei nach amtlichen Fahrplanbüchern folgende Wegstrecken, nach den Angaben der Vertreter der Eisenbahnverwaltungen auf den Versammlungen in Paris und St. Petersburg (1902) folgende Durchschnittsgeschwindigkeiten und Reisezeiten anzusetzen.

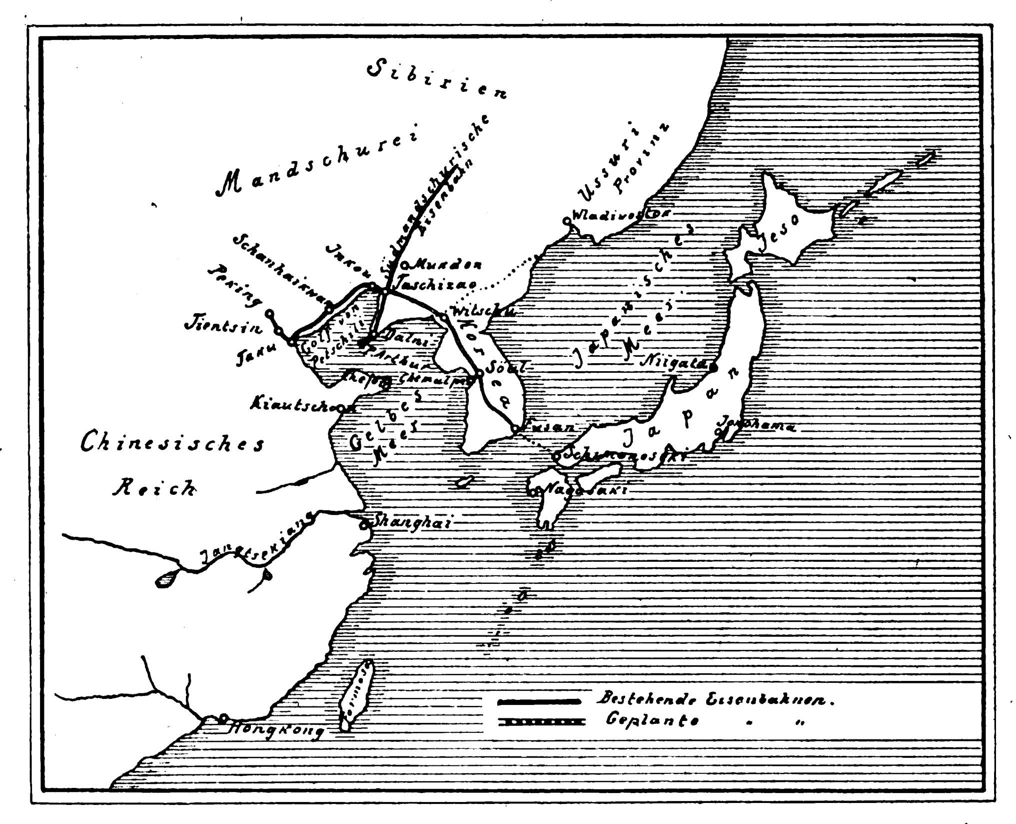


Fig. 2.

Bezeichnung der Wegstrecken	Länge der Wegstrecken in km (abgerundet)	Durchschnittliche Reisegeschwindigkeit, einschl. der Aufenthalte, km in der Stunde	Mittlere Reisedauer in Stunden (abgerundet)
Berlin—Alexandrowo	401	60	7
Alexandrowo—Moskau . . . . über Warschau und Brest Litowsk	1547	55	28
Moskau—Irkutsk . . . . . . über Tula, Rjäschk, Samara, Tscheljabinsk	5450	36	152
Irkutsk—Mandschuria . . . . durch den Baikaltunnel über Myssowaja, Werchneudinsk, Karimskaja (Kaidalowo)	1435	32	45
Mandschuria—Dalniy . . . . durch den Chingantunnel über Charbin, Mukden, Taschizao	2000	32	63
Mandschuria—Inkou . . . . . wie vorstehend	1762	32	55
Inkou—Peking . . . . über Kobandse, Schanhaikwan, Tientsin der Nordchinesischen Eisenbahn	743	37	20

Von der Hauptstadt des Deutschen Reichs bis zum neuen Freihandelshafen *Dalniy* kommt eine Wegstrecke von

rund 10840 km, bis nach *Peking* von rund 11340 km in Betracht; für erstere ist eine mittlere Reisedauer von etwa 12 1/2 Tagen, für letztere von etwa 13 Tagen anzusetzen. Die Ueberfahrt von Dalniy nach *Nagasaki* auf einem Dampfer der ostchinesischen Eisenbahngesellschaft kann in etwa 1 3/4 bis 2 Tagen, nach *Schanghai* in 3 3/4—4 Tagen bewerkstelligt werden. Der zeitliche Abstand von London nach Berlin (über Ostende mit dem Nordexpresszug) beträgt 22 Stunden, von Paris nach Berlin (Köln—Stendal) rund 19 Stunden. Die Reise von *London* und *Paris* nach *Nagasaki* wird demnach rund 15 1/2 Tage, nach *Schanghai* rund 17 1/2 Tage in Anspruch nehmen. Von westeuropäischen Häfen nach ostasiatischen Küstenplätzen sind auf den bestehenden Dampferlinien durch den Suezkanal oder über New York und San-Francisco bezw. über Halifax, Vancouver und Jokohama für die Reise 3—2 1/2 Wochen mehr, als auf dem Wege über Russland, Sibirien und die Mandschurei anzusetzen.

Nach Japan wird die Reisezeit noch weiter verkürzt werden, sobald die Eisenbahnen in Korea an die Südmandschurische Linie Anschluss erhalten haben (Fig. 2). Im Jahre 1900 wurde die erste Eisenbahn in Korea von der Hauptstadt *Söul* nach dem Hafen *Chemulpo* (42 km) eröffnet, und am 20. August 1901 hat man mit dem Bau der 462 km langen Bahn von *Söul* nach dem an der Südostküste befindlichen Hafen *Fusan* begonnen. Diese Linie soll demnächst von Söul in nordwestlicher Richtung bis nach *Witschu* verlängert und mit der Südmandschurischen Bahn (voraussichtlich bei Taschizao) verbunden werden. Von *Fusan* wird man dann auf einem Schnelldampfer die Ueberfahrt nach *Schimonoseki* in 9—10 Stunden bewerkstelligen können.

Die in der Tabelle angeführten mittleren Reisegeschwindigkeiten werden erst dann erzielt werden, wenn alle Massnahmen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Sibirischen Eisenbahn durchgeführt sind. Diese Massnahmen erstrecken sich auf die westlich des Baikalsees befindlichen Bahnstrecken, wo gegenwärtig die leichten Schienen gegen stärkere Querschnitte ausgewechselt, hölzerne Brücken in eiserne umgewandelt, neue Weichenstellen errichtet und die Betriebsmittel ergänzt werden. Die Ergänzungs- und Erweiterungsarbeiten müssen nach einer Regierungsverfügung mit Ablauf des Jahres 1906 beendigt sein. Bis zur Durchführung dieser Arbeiten auf den Sibirischen Bahnstrecken wird man daher mit einer etwas längeren Reisezeit rechnen müssen. Beispielsweise nimmt die Reise zur Zeit von Alexandrowo nach Moskau (einschl. der Aufenthalte) rund 36 Stunden, von Moskau nach Tscheljabinsk rund 62 Stunden, von Tscheljabinsk nach Irkutsk rund 119 Stunden, von Irkutsk nach Mandschuria (einschl. der Beförderung über den Baikal) rund 75 Stunden in Anspruch.

Nach Vollendung der Baikal Ringbahn wird ein *ununterbrochener* Schienenstrang Europa mit Asien verbinden, auf dem sich der Reiseverkehr und der Warenaustausch zwischen dem Westen und Osten vollziehen muss. China, Japan und Korea werden durch diesen Schienenstrang in engere Beziehung zu Europa treten, der Bedarf dieser Länder an europäischen Erzeugnissen wird sich steigern, europäisches Wissen und Vermögen werden ein neues und ausgedehntes Arbeitsfeld in der Erforschung und Verarbeitung der natürlichen Reichtümer der Länder des Ostens finden. Der asiatische Osten bildete bisher für die Völker Europas eine wenig erforschte Welt, die Jahrtausende ein Leben der Abgeschlossenheit führte: die neue Bahn wird Europa die Wege zu dieser Welt erschliessen und es mit den zahlreichen mongolischen Völkerschaften in Berührung bringen.

Nach dem Bericht des Finanzministers *Witte* sind für Bahnbau (einschl. der Ostchinesischen Eisenbahn) mit allen seinen Neben- und Hilfsunternehmungen[3]) bisher rund 759 Millionen Rubel oder etwa 1,65 Milliarden Mark angewiesen worden. Diese Summe wird nach Vollendung der Baikal Ringbahn und nach Durchführung sämtlicher Erweiterungs- und Ergänzungsarbeiten rund 1 Milliarde Rubel oder etwa 2,15 Milliarden Mark betragen. Solche Riesensummen beeinträchtigen gewissermassen in den Augen der Zeitgenossen die Bedeutung des von Russland geschaffenen Kulturwerks, dessen Grösse erst in Zukunft voll gewürdigt werden dürfte. *F. Thiess.*

[3]) Zu den Neben- und Hilfsunternehmungen gehörten auch die Eisenbahnbauten Jekaterinenburg—Tscheljabinsk und Perm—Kotlas auf europäischem Boden, sowie zahlreiche Unternehmungen, die sich auf das Uebersiedlungswesen, die Gesundheitspflege, das Kirchen- und Schulwesen, die Landeserforschung u. s. w. erstreckten.

Kleinere Mitteilungen.

Schmiedbarer Guss.

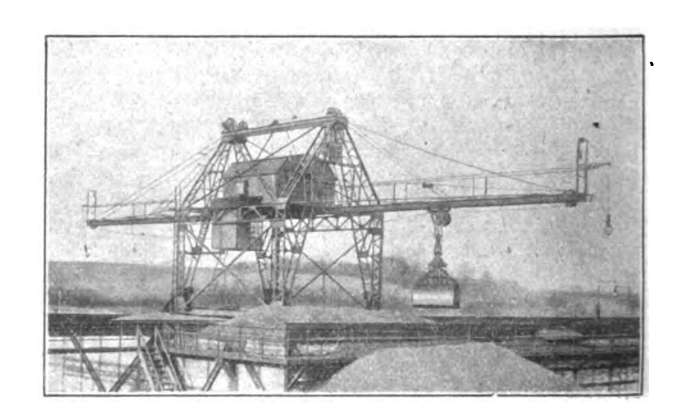
Friedr. Siemens, London, hat in bezug auf schmiedbaren Guss einen neuen Fortschritt gemacht, indem er seinen Regenerator-Gasofen „Newform" zum Schmelzen der verschiedensten Eisensorten anwendet. Das Eisen wird im Ofen eingeschmolzen und alsdann unmittelbar zum sofortigen Ausguss in die Formen abgestochen. Das Verfahren ist somit das gleiche, wie beim Schmelzen im Cupol- oder Tiegelofen.

Oefen dieser Art wurden eine Zeit lang mit Vorteil bei Erzeugung verschiedener Sorten schmiedbaren Gusses wie „Pferdestriegel, Holzschrauben, Kettenglieder und kleinere Teile von Baumwollspinnmaschinen" benützt; die Vorteile aus der Verwendung dieser *Siemens*öfen zu derartigen Zwecken bestehen hauptsächlich darin:

1. Dass gewöhnliche kleinstückige Gaskohlen an Stelle von harten Koks oder gröberen Steinkohlen dabei zur Verwendung kommen können, unter Ersparung von 40—50 v. H. an Brennkosten,
2. dass eine gleichmässigere und höhere Hitze darin erreichbar ist, wodurch ein wärmeres Metall zum Giessen und eine Verminderung an Fehlgüssen ermöglicht wird,
3. dass ein solcher Ofen während 6—12 Monaten benutzbar bleibt, wodurch erheblich an Reparaturkosten erspart wird,
4. dass ein billigeres Roheisen als das raffinierte darin vorteilhaft verwendet werden kann und
5. dass der Herdboden aus Sand hergestellt wird, wodurch Zeit und Kosten erspart werden, denn zu seiner Reparatur genügen wenige Minuten und sie kann sofort nach jeder Hitze durchgeführt werden. *Dr. Leo.*

Redaktionsvermerk.

Auf Wunsch der Herren *Menck & Hambrock* zu Altona möge mitgeteilt sein, dass der in Heft 7 S. 101 d. Bd. beschriebene Hochbahnkran (s. Fig. 136—138) nicht auf dem Werk der



Schleswig-Holsteinischen Kokswerke in Rade bei Rendsberg aufgestellt ist, dass vielmehr in Rade seit Oktober 1902 drei Hochbahnkräne arbeiten, die von der Firma *Menck & Hambrock* ausgeführt sind, von denen wir vorstehend eine Abbildung bringen.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 33. Berlin, 15. August 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Fortsetzung von S. 505 d. Bd.)

Bei den bisher behandelten Kesselsystemen mit geteilten Wasserkammern befanden sich die letzteren an beiden Enden der Rohre; die geteilten Wasserkammern sind aber auch bei Kesseln mit Zirkulationsröhren in Anwendung, bei welchen dann die Kammern nur an einem Rohrende vorhanden sind.

Der wichtigste Kessel dieser Art ist der *Niclausse*kessel, der insbesondere als Marinekessel eine sehr bedeutende Verbreitung gefunden hat.[1])

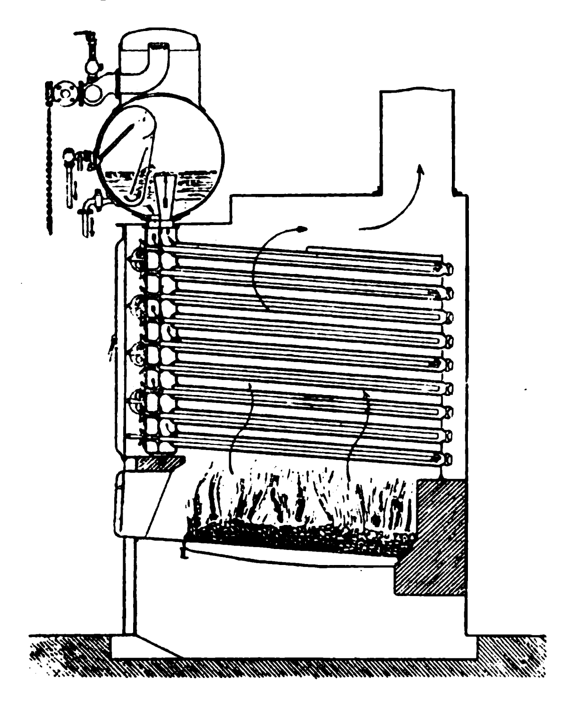


Fig. 265.
Niclaussekessel.

Fig. 265 zeigt einen Querschnitt des Kessels. Von dem *Dürr*schiffskessel unterscheidet sich der *Niclausse*kessel zunächst durch die Anwendung von Einzelkammern, die nur je zwei vertikale Rohrreihen vereinigen, und dann durch verschiedene wichtige Einzelheiten.

Fig. 266 zeigt die bisher am meisten benutzte Einzelkonstruktion des Rohrelementes. Das äussere Rohr *a* wird aus weichem Stahl gefertigt und erhält innerhalb der Wasserkammer eine eigentümliche Verlängerung *b*, die sogenannte Laterne. Letztere ist durch Gewinde bei *c* mit dem Rohr *a* verbunden. Die Dichtung in den Kammerwänden erfolgt durch konische Flächen bei *c* und *d*. Da die Bohrung bei *d* etwas weiter als bei *c* hergestellt werden muss, so übt der Dampf einen Druck aus, der das Rohr nach vorn heraus zudrängen sucht. Dieser Druck wird jedoch, wie Versuche bewiesen haben. durch die Reibung in den Dichtungsflächen aufgenommen; doch sind auch Sicherungen durch Bügelverschlüsse nach Fig. 265 vorhanden. Der Konus bei *d* ist mit dünner Wandstärke ausgeführt, um eine gewisse Federung zu ermöglichen. Die Herstellung der Dichtungsflächen muss eine sorgfältige sein, wenn in beiden Dichtungsflächen zugleich sicheres Anliegen eintreten soll. Die sorgfältige Herstellung aller Teile ist aber auch schon deswegen notwendig, weil ein gegenseitiges Auswechseln der Teile möglich sein muss.

Das Material der Laterne ist Temperguss. In die Laterne ist mittels Gewinde das Kopfstück *e* für das Einhängerohr *f* eingeschraubt. Dieses Kopfstück führt sich mit dem Ringe, in dem das Einhängerohr befestigt wird, in der Zwischenwand der Laterne. Das Einhängerohr wird aus dünnem, weichem Stahlblech zusammengefalzt und führt sich hinten in einer entsprechenden Verengung des Aussenrohres. Letzteres wird durch eine Ueberwurfmutter *g* geschlossen, die zugleich die Führung des Rohrendes in der hinteren Wand des Kessels übernimmt.

Das Material der Wasserkammern ist Temperguss. Die Seitenwandungen sind wellenförmig ausgebildet, um die einzelnen Abteilungen möglichst nahe zu bringen. Die innere

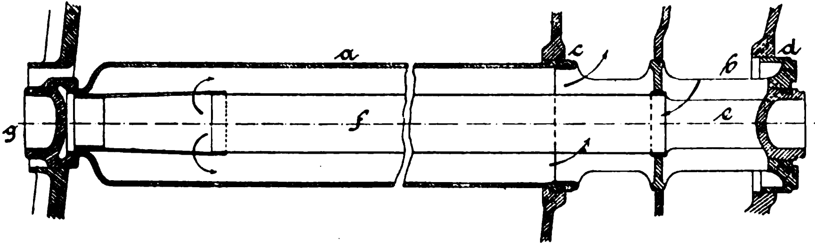


Fig. 266.
Rohrelement zum Niclaussekessel.

Scheidewand der Wasserkammer wird mit der Kammer aus einem Stück hergestellt. Unten sind die Wasserkammern durch kleine Rohrstutzen mit einander verbunden. Hierdurch ist ein Ausblasen der Kammern bezw. die Entfernung von Schlamm ermöglicht.

Die Verbindung der Kammern mit dem Oberkessel ist in Fig. 267 dargestellt. Die Kammern haben oben einen Flansch, der zur Aufnahme von 4 Schrauben *A* und *B* dient, welche mit konischen Flächen in der verstärkten Bauchplatte des Oberkessels eingelassen sind. Durch das Anziehen dieser Schrauben wird der Oberkessel gegen einen Doppelkonus und dieser gegen die Kammer gepresst. Die Wasserkammer ragt mit einer trichterförmigen Fortsetzung in den Oberkessel hinein, damit der im Trichter aufsteigende Dampf das Wasser an dem Eintritt in die Kammer möglichst wenig hindert.

Der Oberkessel ist mit einem Schlammfänger für das

[1]) Schiffbau 1901, No. 23 und 24, sowie 1902 No. 1 und 2. *Niclausse*kessel von *Carl Züblin*, Charlottenburg.

eintretende Speisewasser versehen (Fig. 268). Das Speisewasser tritt in einen Behälter aus 4 mm dünnem Blech ein, gibt hier die Unreinigkeiten in einen Schlammsack ab, indem das Wasser veranlasst wird, eine ab- und aufsteigende Bewegung auszuführen, bevor es in den eigentlichen Wasserraum des Oberkessels eintreten kann. Die Schlammniederschläge können durch einen Hahn abgelassen werden.

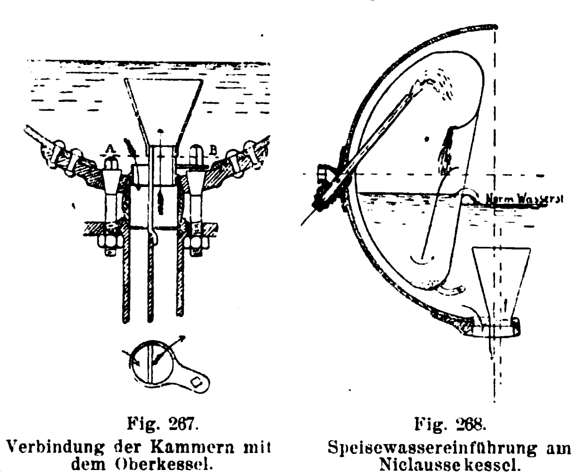


Fig. 267. Verbindung der Kammern mit dem Oberkessel.

Fig. 268. Speisewassereinführung am Niclaussekessel.

Der *Niclausse*kessel ist am meisten in der französischen Kriegsmarine verbreitet, doch haben auch die übrigen Seestaaten mehr oder weniger ausgedehnte Versuche mit diesem Kessel vorgenommen. In der deutschen Marine sind die beiden Kreuzer „Freya" und „Gazelle" mit *Niclausse*kesseln ausgerüstet. Die Kesselanlage für S. M. Kreuzer II. Kl. Freya besteht aus 12 Kesseln mit je 18 Kammerelementen. Jedes Element umfasst 17 Rohre. Die gesamte Heizfläche beträgt 2400 qm, die gesamte Rostfläche 72 qm, infolgedessen ist das gegenseitige Verhältnis 33,3 : 1. Die Konstruktion des Rohrelementes weicht etwas von der Darstellung Fig. 266 ab.

Bei den ersten Probefahrten im Jahre 1898 ergab die nachträgliche Kesselrevision, dass einzelne Laternen gebrochen waren. Die Firma *Niclausse*-Paris war nun allerdings der Meinung, dass diese Erscheinung auf eine fehlerhafte Montage

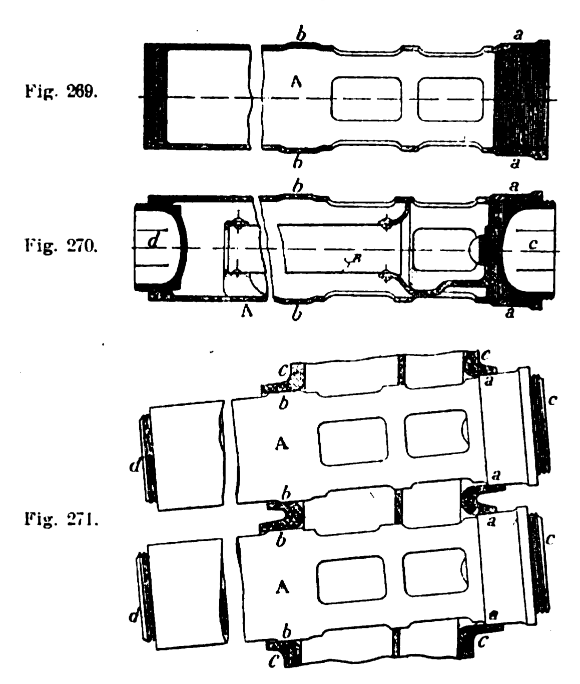


Fig. 269—271. Neue Rohrkonstruktion des Niclaussekessels.

und nicht etwa auf die Konstruktion des Kessels oder auf die Verwendung von Temperguss zurückzuführen sei, da über ähnliche Unfälle seitens der anderen Marinen nicht geklagt worden sei. Das Reichsmarineamt ordnete jedoch den Ersatz der Laternen durch solche aus Stahl ohne Schweissnaht an. Bei den wiederholten Probefahrten im Oktober 1900 verlief bei der „Gazelle" alles gut; bei der „Freya" trat jedoch ein Rohrbruch ein, der glücklicherweise niemand verletzte.

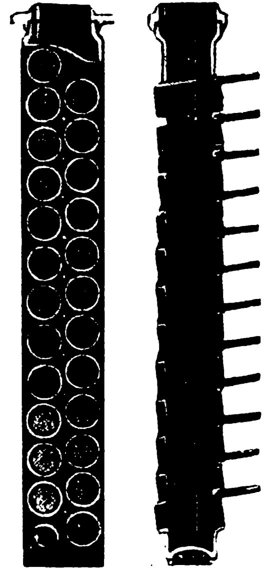
Als Erklärung nahm man Wassermangel an, der dadurch herbeigeführt wurde, dass die Stege der Laternen bei der „Freya" in der senkrechten Achse, und nicht, wie bei der „Gazelle", um 45° gegen die Wagerechte geneigt lagen.

Nachdem man die Lage der Laternen entsprechend abgeändert hatte, konnten die Versuche im Januar 1901 wieder aufgenommen werden, die nun zufriedenstellend verliefen.

Die geäusserten Bedenken gegen die Verwendung von Temperguss veranlasste die Firma *Niclausse* im Jahre 1900 eine neue Rohrkonstruktion zur Einführung zu bringen. Bei derselben ist die Laterne nach den Fig. 269—271 aus einem Stück mit dem Rohr, also aus Stahl, gefertigt.

Das vordere Ende des Rohres *A* ist aufgestaucht und wird bei *a* zu einem Konus gepresst, der in die vordere Oeffnung der Wasserkammer passt. Auf der inneren Seite des aufgestauchten Teiles wird konisches Gewinde geschnitten zur Aufnahme des Verschlussdeckels *c*. Den Konus *b* erhält man durch warmes Auftreiben des Rohres *A*. Aus dem vollen Rohr werden nun die vier Oeffnungen für den Wasserdurchgang ausgeschnitten. An der Stelle, wo die Laterne die Mittelwand durchdringt, ist das Rohr stark ausgeweitet, um die Oeffnung möglichst zu schliessen und um das Durchströmen des entwickelten Dampfes in den vorderen Teil der Wasserkammer zu verhindern. Das Rohr ist hinten durch eine Mutter *d* mit konischem Gewinde abgeschlossen.

Das neue Rohr bietet, gegenüber dem alten Modell, bemerkenswerte Vorteile, da es aus einem Stück und aus gezogenem Stahl besteht. Es ist somit ein Bruch irgend eines Teiles sozusagen ausgeschlossen. Da das neue Rohr auf seiner ganzen Länge denselben inneren Durchmesser hat, so ist die Reinigung desselben bedeutend leichter, wie früher. Die alten Gusslaternen verhinderten, infolge des mittleren vorspringenden Ringes, das Einbringen einer Rohrbürste von gleichem Durchmesser, wie das Rohr. Ferner ist die Fabrikation der Laternen nicht mehr abhängig von der Erzeugung eines besonderen Spezialgusses. Die Herstellungskosten der neuen Rohre sind nicht viel teurer und der Gewichtsunterschied beträgt ungefähr 1 kg f. d. Rohr zu gunsten des neuen Rohres.



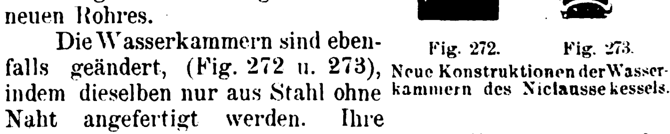


Fig. 272. Fig. 273. Neue Konstruktionen der Wasserkammern des Niclaussekessels.

Die Wasserkammern sind ebenfalls geändert, (Fig. 272 u. 273), indem dieselben nur aus Stahl ohne Naht angefertigt werden. Ihre Form ist jetzt vierkantig und glatt, im Gegensatz zu den früheren Kammern mit wellenförmigen Seitenwänden. Die konischen Dichtungsflächen werden mit einer hydraulischen Presse in die Vorder- und Rückwand eingebracht. Boden und Scheidewand werden seitlich eingenietet. Die Bolzen für die Bügel werden teilweise zur Versteifung bis zur gegenüberliegenden Wand durchgeführt und eingeschraubt. Somit wäre die Verwendung von Temperguss für die Herstellung der *Niclausse*kessel völlig umgangen.

Durch diese Aenderungen sind die verschiedenen Vorwürfe, welche den *Niclausse*kesseln gemacht worden sind, völlig beiseite geschafft. Der einzige Unfall, mit dem man etwa noch rechnen müsste, ist derjenige, dass ein Rohr platzen könnte. Ein Unfall, vor dem kein Kessel sicher ist, sei es infolge Materialfehlers, sei es aus Wassermangel oder schlechter Feuerführung. Unfälle bei den Wasserkammern sind bis jetzt nicht bekannt.

Beim Kessel von *Adamson* der Firma *Adamson, Vickers & Maxim* in Sheffield werden auch, wie beim *Niclausse*kessel zwei senkrechte Rohrreihen in einer Wasserkammerabteilung vereinigt. Die Wasserkammern werden nach Fig. 274 u. 275

mit Flanschen an den Oberkessel *b* angeschraubt. Der Querschnitt der Wasserkammern nimmt von unten nach oben zu.

Das äussere Rohr *g* (Fig. 276) wird mittels Konus *m* in der Kammerwand *f* befestigt. Das Rohr *g* trägt die Laterne *l*, die mit den Oeffnungen *n* (Fig. 277) versehen ist. Die Laterne wird in der Zwischenwand *c* der Wasserkammer gehalten und nimmt mit dem Trichter *i* das Einhängerohr *h* auf. Letzteres stützt sich am hinteren Ende des äusseren Rohres (Fig. 278 u. 279) durch zwei elastische Bügel *p* und die Kalotte *o* ab. Das Aussenrohr *g* ist hinten in sich halbkugelförmig geschlossen; das Ablassen des Wassers und die Reinigung der Rohre wird daher einige Schwierigkeiten bereiten. Der Kessel ist mit einem Ueberhitzer versehen, dessen Rohrelemente in derselben Weise, wie die Wasserröhren, konstruiert sind.

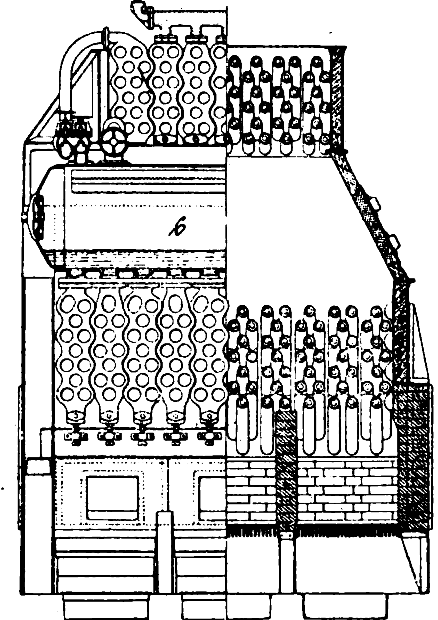




Fig. 274. Fig. 275.
Kessel von Adamson.

Die Firma *J. Joya* in Grenoble (Isère) baut ihre Wasserrohrkessel entweder mit einer Wasserkammer, oder, wie die Fig. 280—284 zeigen, mit geteilten Kammern. Die Befestigungsweise der Rohre und die Ausbildung der Verschlüsse hat eine grosse Aehnlichkeit mit der Konstruktion beim *Dürr*kessel. Fig. 282 zeigt ein Rohrelement. Das Aussenrohr wird nur mit einem einfachen Konus in der Kammerwand befestigt; hinten wird das Rohr durch einen Deckel mit Gewinde verschlossen. Das Einhängerohr ruht mit einem Trichter in der Zwischenwand der Kammer. Der Kammerverschluss entspricht fast genau dem bekannten inneren Glockenverschluss von *Dürr*.

Die Verbindung des Oberkessels mit den Kammern erfolgt ähnlich wie beim *Niclausse*kessel mit Hilfe von doppeltkonischen Ringen durch Schrauben. Fig. 282—284 lassen

Fig. 276.

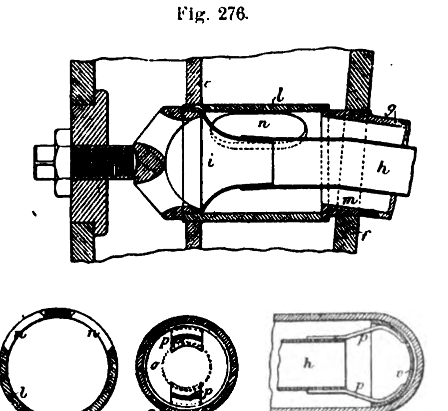


Fig. 277. Fig. 278. Fig. 279.
Fig. 276—279. Rohrelement des Kessels von Adamson.

die Konstruktion deutlich erkennen. Zu bemängeln wäre, dass der Querschnitt für die Wasserzirkulation zu klein erscheint, ein Nachteil, der übrigens auch dem *Niclausse*kessel und vielen anderen Wasserrohrkesseln zur Last gelegt werden muss.

Der Oberkessel (Fig. 280 u. 281) besteht aus einem Querkessel zum bequemen Anschluss der Kammern und aus einem Langkessel. Die Speisung erfolgt durch den Dampfraum in das hintere Ende des Oberkessels. Hier wird durch ein Querblech eine Schlammkammer gebildet. Das Wasser fliesst durch ein Rohr nach vorn und wird durch ein Querrohr den Wasserkammern zugeführt.

Eine Eigentümlichkeit zeigen die Wasserkammern insofern, als bei ihnen die Scheidewand nicht ganz bis unten geführt ist. Gewiss soll auf diese Weise einem Wassermangel in den unteren Rohren vorgebeugt werden, doch muss die Wasserbewegung hierdurch eine bedenkliche Störung erfahren.

An dieser Stelle muss auch die Konstruktion des Kessels von *P. Borrot*, des Direktors der Fabrik der *Société anonyme des Chaudronneries du Nord de la France*, angeführt werden. Dieser Kessel, der durch seine eigenartige Konstruktion bei seiner erstmaligen Ausstellung in Paris 1900 besondere Aufmerksamkeit erweckte, ist in Fig. 285—289 dargestellt.

An dem weiten Oberkessel, welcher als Wasser- und Dampfreservoir dient und in der üblichen Weise mit Sicherheits- und Wasserstandsarmatur ausgerüstet ist, sind seitlich unter 45° Neigung je sechs geschweisste, kastenförmige Wasserkammern aufgenietet, welche unten geschlossen sind und gleichzeitig als Träger des Oberkessels dienen. Jede Wasserkammer trägt an der Bodenplatte in zwei Reihen 12 Stück 80 mm weite *Field*rohre mit Zirkulationseinsatz, welche durch den konischen Einsatz in der gefrästen Bodenplatte dichten. Dies bildet für sich ein Element von 5 qm Heizfläche. Die Rohre je zweier gegenüberliegender Elemente

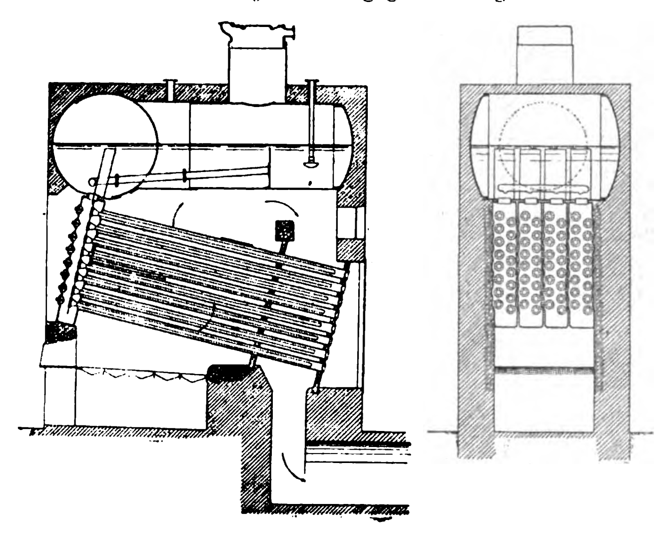


Fig. 280. Fig. 281.
Kessel von Joya.

kreuzen sich unter einem rechten Winkel über dem Feuerungsraume und bilden in demselben ein engmaschiges Netz zur Aufnahme der Wärme.

Die gewölbten, geschweissten Enden der *Field*rohre sind mit je einem Reinigungspfropfen versehen und liegen ausserhalb des Feuerungsraumes, vor Wärmeaufnahme geschützt und zur Reinigung zugänglich.

Es wird dadurch auch verhindert, dass die unvermeidlich dort sich ansammelnden Splitter und Ablagerungen ein Durchbrennen des Rohres zur Folge haben könnten, wie dies sonst so häufig bei den gewöhnlichen *Field*rohren eintritt.

Das Speisewasser wird vorn in den Oberkessel in eine Schlammkammer eingeführt. Die Wasserkammern werden entweder, nach Fig. 288, aus Stahlguss hergestellt, oder, nach Fig. 289, aus Blechen zusammengeschweisst.

Ein Vorzug der Wasserkammern ist der weite Anschlussquerschnitt am Oberkessel. Dieser Querschnitt ist etwa halb so gross, wie der gesamte Querschnitt der Wasserrohre,

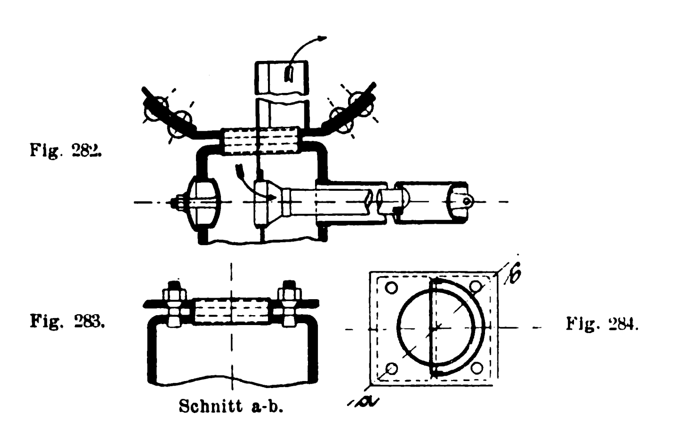


Fig. 282–284. Verbindung der Wasserkammern mit dem Oberkessel am Kessel von Joya.

während bei den meisten anderen Kesseln dieser Querschnitt nur $^1/_6$ bis $^1/_8$ des Rohrquerschnittes beträgt.

Um die Ausstrahlungsverluste zu beschränken, sind die äussersten Rohre vertikal gestellt.

Bei dem allgemeinen Bestreben der Dampfkesselkonstrukteure, eine möglichst wirksame Heizfläche zu schaffen,

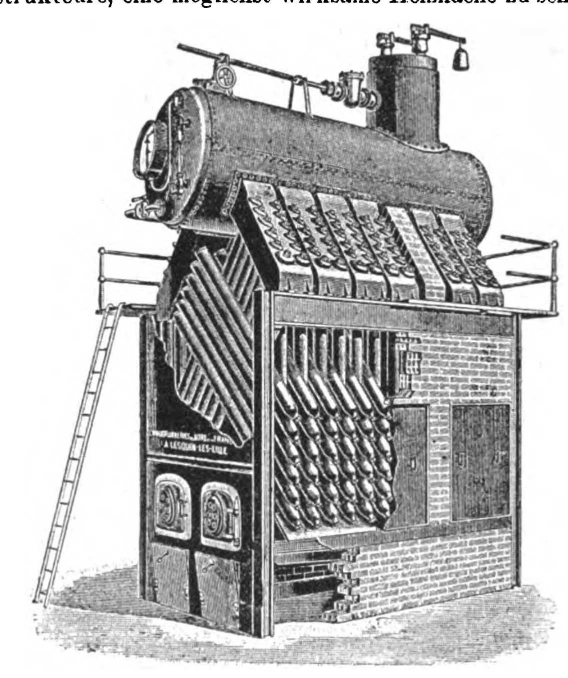


Fig. 285. Borrotkessel.

fehlt es auch nicht an Versuchen, den Wasserrohrkessel mit dem Feuerrohrkessel zu vereinigen. Im allgemeinen haben diese Versuche noch kein günstiges Ergebnis geliefert, was wohl darin liegen mag, dass beide Grundtypen sehr gleichartige Vorzüge und Nachteile besitzen, sodass durch ihre Vereinigung wohl eine neue Type mit gesteigerten Vorteilen aber auch mit gleichfalls gesteigerten Nachteilen entstehen muss.

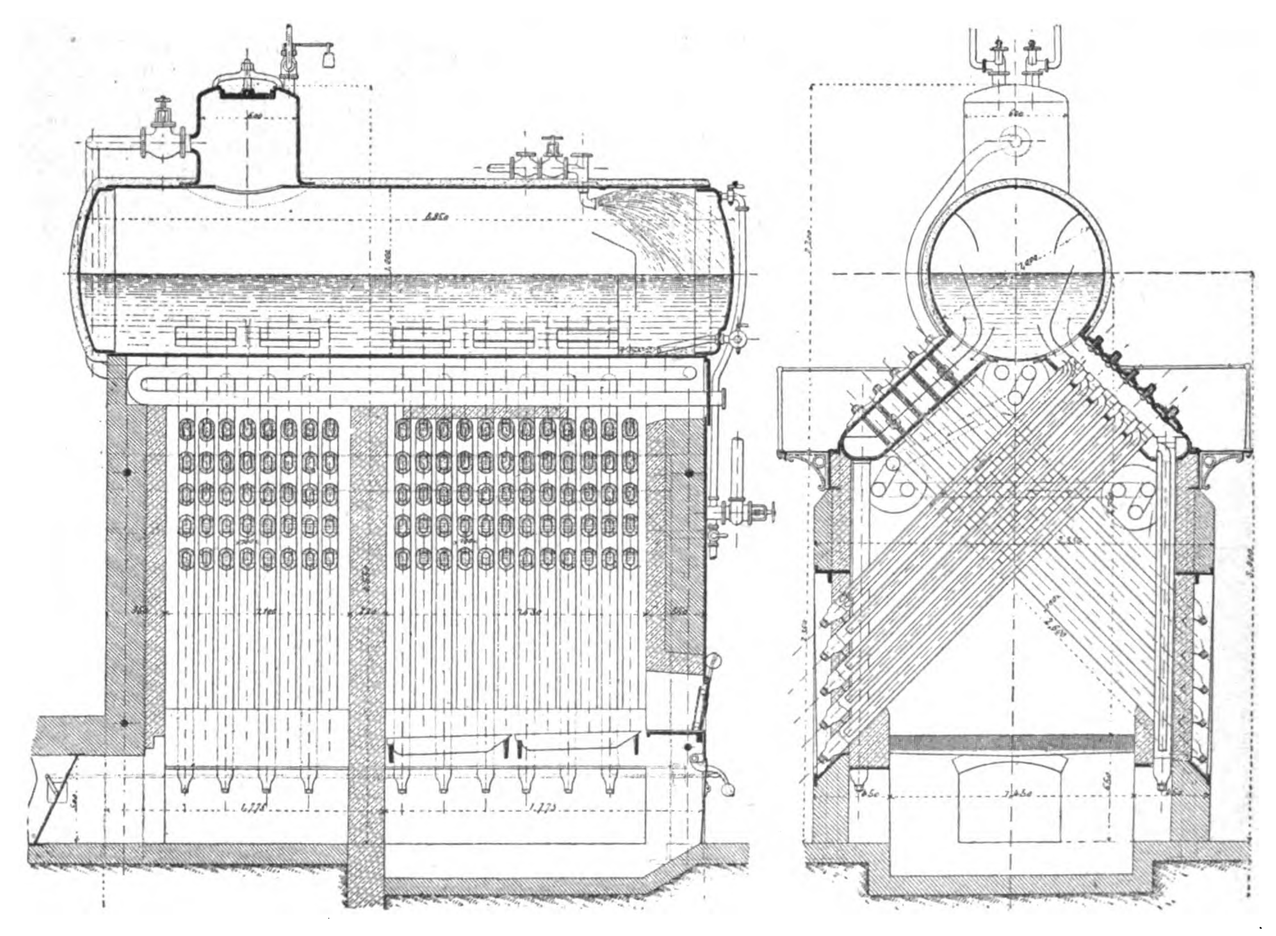


Fig. 286. Fig. 287.
Borrotkessel der Société des Chaudronneries du Nord de la France.

In den leeren Räumen, die sich durch die Kreuzung der Rohre im Feuerraum ergeben, sind Dampfrohre eingebaut, um den Dampf zu trocknen, bezw. schwach zu überhitzen.

Fast alle jetzt gebräuchlichen, kombinierten Kessel verdanken ihre Beliebtheit dem Umstande, dass durch die Vereinigung die Nachteile der Grundtypen gegenseitig ausgeglichen werden, ohne dass ihre Vorzüge Schaden leiden. Dies kann aber nur

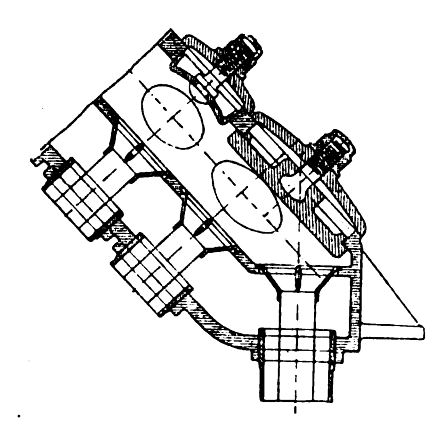


Fig. 288.
Wasserkammer aus Stahlguss für den Borrot kessel.

erreicht werden, wenn Typen von vielfach verschiedenen Vorzügen und Nachteilen kombiniert werden. So liefert z. B. der Flammrohrkessel mit dem Feuerrohrkessel eine sehr brauchbare Vereinigung, ebenso gilt dies von der Vereinigung des Walzenkessels mit dem Wasserrohrkessel. Dagegen kann von einer Vereinigung des Wasserrohrkessels mit dem Feuerrohrkessel, soweit die bisher bekannt gewordenen Lösungen eine Beurteilung zulassen, kein wesentlicher Fortschritt erwartet werden.

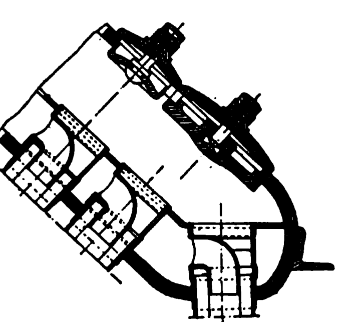


Fig. 289.
Geschweisste Wasserkammer für den Borrot kessel.

Fig. 290 und 291 zeigen den Kessel von *Delpuette*. Die Wasserkammern werden hier durch wagerecht liegende Röhren *a* gebildet. Dieselben sind durch senkrechte Wasser-

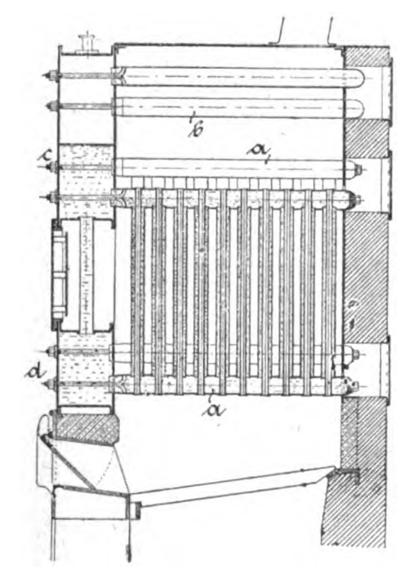


Fig. 290.
Kessel von Delpuette.

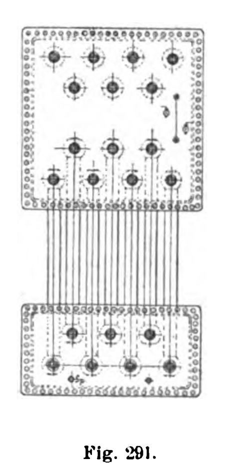


Fig. 291.

röhren von 80 mm Durchmesser miteinander verbunden. Die Wasserröhren werden von engen Feuerröhren durchzogen. Die oberen Sammelrohre *a* sind mit der prismatischen Kammer *c* verbunden, welche den Oberkessel bezw. den Dampfsammler vertritt. Die unteren Sammelrohre *a* sind an den Schlammsammler *d* angeschlossen. Die Enden der Sammelrohre sind mit einem Konus von *aussen* in die Rohrwand eingesetzt und werden durch einen Bolzen mit der gegenüberliegenden

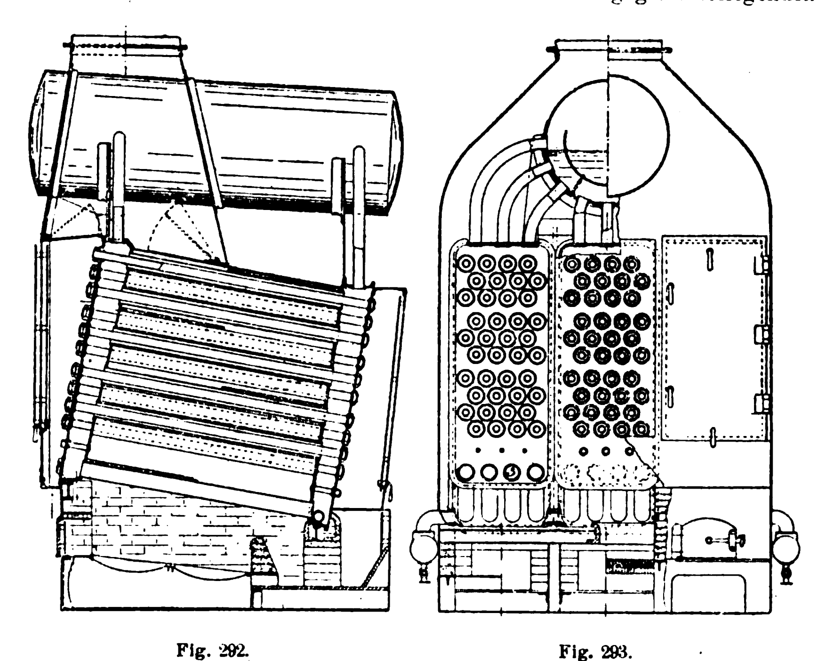


Fig. 292. Fig. 293.
Kessel von Hallett.

Wand verankert, eine Konstruktion, die nicht frei von Bedenken ist.

Die Sammelrohre sind etwas flachgedrückt, um das Einwalzen der Wasserröhren besser bewirken zu können. Der Dampfsammler und der Schlammsammler sind vorn durch ebene Platten abgeschlossen, die durch Schrauben befestigt sind. Auch diese Befestigungsart wäre nur bei kleineren Kesseln mit geringer Spannung zu rechtfertigen; sie ist wahrscheinlich gewählt worden, um die ausserordentlich schwierige Innenreinigung etwas zu erleichtern. Wie der ringförmige Raum der Wasserröhren gereinigt werden kann, ist nicht zu erkennen. Ein häufiges Durchbrennen der Rohre muss daher erwartet werden, denn die senkrechte Lage der Rohre wird das Ansetzen des Kesselsteines nicht ganz verhindern können. Am meisten gefährdet sind natürlich die unteren Sammelrohre *a*, einmal wegen der kritischen Lage für das Ablagern des Kesselsteines und dann wegen der unmittelbaren Nähe des Feuerherdes.

Die Röhren *b* sollen zur Dampfüberhitzung dienen, doch ist nicht zu erkennen, wie der Dampf veranlasst wird, diese Röhren zu durchströmen. Ausserdem verhindern diese Röhren infolge ihrer Lage das Einführen einer Rohrbürste in die Feuerröhren.

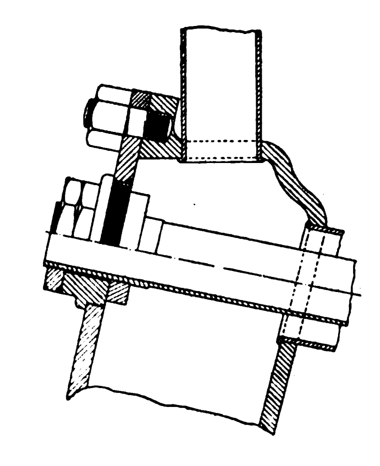


Fig. 294.
Rohrelement des Kessels von Hallett.

Wenn sich auch die hier angeführten Bedenken gegen einzelne Konstruktionsdetails vielleicht beseitigen lassen, so sind die grundsätzlichen Bedenken gegen die ganze Anordnung doch so bedeutende, dass der Kessel kaum Aussicht auf eine grössere Verbreitung haben dürfte.

Eine bessere konstruktive Durchbildung zeigt der im Grundsatz ähnliche Kessel von *Hallett*-London (Fig. 292 bis 294). Die Reinigung des Kessels von aussen und innen kann hier genügend sorgfältig vorgenommen werden, da die Feuerrohre mit der Rohrbürste zugänglich sind und auch ein

vollständiger Ausbau der Rohre vorgenommen werden kann. Die unterste Rohrreihe hat keine Feuerröhren, um die Wasserkühlung zu verstärken. Die Führung der Heizgase kann durch Klappen geregelt werden. Die Wasserkammern würden zweckmässiger ganz geschweisst hergestellt.

Es sei noch erwähnt, dass auch die Firma *N. Roser* kombinierte Wasser- und Heizrohrkessel baut, diese aber nur in seltenen Fällen zur Anwendung bringt.

(Fortsetzung folgt.)

Mitteilungen über die „Pariser Metropolitanbahn“.

(Fortsetzung von S. 501 d. Bd.)

Die oberirdischen Stationen (Fig. 11 u. 12, S. 519) umfassen immer fünf Brückenfelder, von denen die drei mittleren je eine Spannweite von 15,09 m und die beiden Endfelder eine solche von je 16,92 m besitzen. Die Gesamtlänge jedes der rechts und links von der Fahrbahn angeordneten Bahnsteige beträgt 75,45 m und ihre Breite vom freien Rande bis zur Wand des Bahnsteigdaches 4,1 m. Von den vier Längsträgern der einzelnen, die Station bildenden Brückenfelder sind die inneren, abweichend von den Trägern der laufenden Hochbahnstrecke, nicht als Fachwerkträger, sondern als volle Blechträger ausgeführt. Dieselben ruhen in gewöhnlicher Weise auf normalen, gusseisernen Säulen (vergl. Fig. 3, 4, 5, 6 S. 499 u. Fig. 12) und sind an der Untergurt wieder durch Querträger verbunden, die allerdings nur 1,1 m weit von einander liegen, sonst aber in ganz ähnlicher Art als Widerlager für die Ziegeleinwölbung dienen, wie auf der offenen Hochbahn, und das Kiesbett und die Gleise zu tragen haben. Die beiden äusseren Längsträger ruhen auf gemauerten Pfeilern, sind als Fachwerk ausgeführt, aber von den Normalträgern der laufenden Hochbahnstrecken abweichend, insofern bei ihnen die Obergurt (vergl. Fig. 11) geradlinig, die Untergurt hingegen in einem flachen parabolischen Bogen verläuft, welche Form vornehmlich nur aus Schönheitsgründen gewählt worden ist. Diese beiden äusseren Träger, welche am Bogenscheitel 1,9 m, und an den beiden Auflagern 2,20 m Höhe besitzen, stehen in Abständen von 1,1 m, also an denselben Stellen, wo zwischen den Längsträgern der Fahrbahn die Querträger eingesetzt sind, mit den inneren Längsträgern durch Gesperre in Verbindung, welche aus zwei Querträgern und einem Andreaskreuz bestehen, wie es Fig. 12 ersehen lässt. Die oberen Querträger der Gesperre bilden wieder die Widerlager für eine Ziegeleinwölbung, auf welcher der Fussboden des betreffenden Bahnsteiges ruht. Sowohl die Verbindungsgesperre der beiden Bahnsteigbrücken als die Querträger der Fahrbrücke sind an der Unterfläche noch durch ein reiches Netz von Windschliessen angemessen versteift und in ganz ähnlicher Weise, wie die gewöhnlichen Brücken der laufenden Hochbahnstrecke mit Wasserablaufrinnen ausgerüstet. Auf den beiden äusseren Längsträgern erheben sich ferner auch das Gitterwerk für die Seitenwand und die Auslader des Bahnsteigdaches. Diese Wände haben einen verschalten Sockel und in jedem der fünf Brückenfelder der Station je vier 3,5 m breite und 2,6 m hohe Glasfenster.

Die gusseisernen Säulen, auf denen die inneren Brückenträger liegen, gleichen nach Form und Abmessungen genau den in der offenen Hochbahnstrecke verwendeten Pfeilern dieser Art, hätten aber nach dem ursprünglichen Entwurfe in den Stationen Paar für Paar durch ein besonderes flaches Bogengesperre verbunden werden sollen, was bei der endgiltigen Ausführung in anbetracht der guten Windversteifung der dreifachen Brückenbahn als überflüssig erkannt wurde und daher unterblieben ist. Die aus vorzüglichen Hausteinen ausgeführten, gemauerten Pfeiler sind an den Mitteljochen im Sockel 2,17 m breit und 2,25 m lang, am Pfeilerabschluss, unter dem Deckgesimse, 1,45 m breit und 1,844 m lang, bei einer durchschnittlichen Gesamthöhe von 5 m. Die bezüglichen, aus lagerhaften Bruchsteinen hergestellten Untermauerungen der Pfeilersockel haben eine Breite von 2,20 m, eine Länge von 2,70 m, und eine Tiefe, die natürlich jeweilig den örtlichen Bodenverhältnissen anzupassen war. Am Anfange sowie am Ende der Station sind die gemauerten Säulen um 3,6 m verbreitert und von dieser Verbreiterung ist ein 2,1 m breiter Pfeiler *P* (Fig. 11) bis zur vollen Höhe der Bahnsteigwand ausgebaut, um auf diese Weise den architektonischen Abschluss und Rahmen der Stationsfront zu bilden, bezw. als dekorativer Brückenkopf zu dienen. Die Deckenkante der Bahnsteigwand ist nach aussen hin, wie Fig. 11 zeigt, durch ein Fries abgeschlossen, hinter dem sich die Sammelwasserrinne des anschliessenden Pultdaches (vergl. Fig. 12) birgt. Das Dach selbst tritt von der Wand aus 4,715, d. i. 0,715 m über den freien Bahnsteigrand gegen die Fahrbahn vor, sodass die Fahrgäste beim Betreten oder Verlassen der Wagen vor Regen oder Schnee hinreichend geschützt sind. Die beiden Bahnsteigdächer der Hochbahnstationen sind mit durchsichtigem Hartglas gedeckt; die Scheiben liegen in Eisenrahmen, sind aber nebstdem durch ein ziemlich dichtes Drahtgitter getragen, welches zu verhüten hat, dass bei allfälligem Zerbrechen einer Glastafel die Bruchstücke auf den Bahnsteig, bezw. auf die Reisenden herunter fallen.

Als Zugang zu den Stationen dienen Stiegen, welche an einer der unmittelbar anstossenden Normalbrücken der laufenden Hochbahn (vergl. Fig. 11) teils unterhalb, teils neben der Brückenkonstruktion ihren Platz erhalten. In der Regel führt eine einarmige Treppe von 4—5 m Breite vom Strassenboden aus unter der Brückenbahn des besagten Nachbarfeldes bis zu einem Absatz, wo der Dienstraum für die Fahrkartenausgabe eingebaut ist und zwei Ausgänge zu den beiden seitlich der Brücke angebrachten 4 m breiten Treppenarmen führen. Letztere münden unmittelbar an den Bahnsteigen der Station und sind durch ein Eisengitter in zwei gleiche Hälften geteilt, von denen die eine ausschliesslich den abfahrenden und die andere den angekommenen Fahrgästen vorbehalten ist.

Gleichwie auf der zuerst erbauten Metropolitanbahnlinie No. 1 gab es auch wieder namentlich für die unterirdischen Teile des Nordringes erst mehrfache ganz wesentliche Vorbereitungsarbeiten durchzuführen, bevor mit dem Ausbau der Bahnlinie glatt vorgegangen werden konnte. So sind für das Umlegen von Haupt- und Nebenkanälen des städtischen Netzes allein 4 Millionen Francs und für die Verlegung von Wasserleitungen, Gasröhren und elektrischen Kabeln 2875000 Frcs. Kosten aufgewachsen. Bei der Herstellung der Tunnel hatten diesmal die Bauunternehmungen auf die Anwendung der Schildmethode, in anbetracht der recht verdriesslichen Erfahrungen, welche damit bei Erbauung der ersten Linie gemacht worden sind, ganz verzichtet, und sich lediglich auf die gewöhnlichen Bauweisen mit Kopf- oder Fusstollen beschränkt, was sich übrigens überall anstandslos durchführbar erwiesen hat. Bedeutende Schwierigkeiten ergaben sich jedoch aus den Verbrüchen, Höhlen und aufgelassenen und verschütteten Abbauten, welche in Gipslagern am Montmarter und in den Hügeln von Chaument angetroffen wurden und stellenweise ziemlich ausgedehnte und kostspielige Sicherungsarbeiten erforderlich machten. Ein höchst interessantes Beispiel bietet in dieser Beziehung die Station Rue de Meaux, deren Querschnitt Fig. 13 S. 519 darstellt. Die Zeichnung lässt ohne weiteres ersehen, welche riesigen Untermauerungen und Grundpfeiler an dieser Stelle erst durchzuführen waren, um dem Stationstunnel — ebenso auch dem seitlich verlegten Abzugskanal des städtischen Netzes — eine durchaus sichere Lagerung zu schaffen.

Wie im Bereiche der unterirdischen Strecken, so hat es natürlich auch im Laufe der Hochbahnstrecke nicht an Stellen mit ungünstigen Bodenverhältnissen gefehlt, welche für die Pfeilerfundierungen Schwierigkeiten darboten, die erst mit grossen Mühen und Kosten bekämpft werden mussten.

Aussergewöhnliche Ungleichheiten in der Beschaffenheit des Untergrundes zeigten sich namentlich auf den Boulevards Rochechouart, de la Chapelle und de la Vilette, wo der Boden aus wechselnden Schichten von Mergel und Kalk und in den tieferen Lagen aus saccharoidem Gips besteht, der schliesslich auf festem Kalkstein (Trevertin von St. Quen) lagert. Hier und da sind diese Formationen von dünnen Schichten griesslichen Kalkes oder grünen Sandes durchzogen. Besonders störend erwiesen sich die Schuttmassen über jenen Gipsbänken, welche einst als Steinbrüche abgebaut worden sind und auf denen der hinterlegte Abraum oder das angeschüttete Material, wie beispielsweise an einigen Stellen nächst der Rue de la Chapelle, eine Höhe bis zu 27 m erreicht. Auch finden sich in den harten Gips- und Kalkbänken Verbrüche, die unter sich gefährliche Klüfte oder Höhlen bilden, welche wieder eine besondere Bekämpfungsweise notwendig machen. Um unter so misslichen Bodenverhältnissen vollkommen sichere Fundierungen herzustellen, mussten also entweder dichte Pfahlröste Anwendung finden, oder es musste das Grundmauerwerk in Schächten ausgebaut werden, die ohne Rücksicht auf die ausserordentlichen Tiefen bis auf die feste Schichte des Travertinersteines hinabreichten.

Fig. 12. Querschnitt der normalen Hochbahnstationen.

Fig. 11. Ansicht der normalen Hochbahnstationen.

In den ersteren Fällen erhielt die Grundpfeilergrube in der Regel 4 m Tiefe; in ihrer Sohle wurden mittels einer Dampframme in Abständen von 1 m bis 80 cm Pfähle so tief in den Boden eingetrieben, bis dieselben bei 10 Schlägen des aus der Höhe von 1,70 m niederfallenden, 400 kg schweren Rammklotzes keinen Zentimeter mehr nachrückten. Die eingetriebenen Pfähle waren im allgemeinen aus Eichenholz, nur die besonders langen aus Ulmenholz und so verteilt, dass der einzelne Pfahl rechnungsmässig nie eine grössere Belastung aufzunehmen hatte als 25 t. Die Anzahl der auf diese Weise für Pfeilerfundierungen auf der Hochbahnstrecke des Nordringes verbrauchten Piloten beziffert sich mit 1618 und ihre Gesamtlänge ergibt 11705 m, was einer mittleren Pfahllänge von 7,20 m entspricht. Die auf diesem Wege zum Verbrauche gekommene, unter die Erde gebrachte Holzmasse beträgt die gewiss ganz ansehnliche

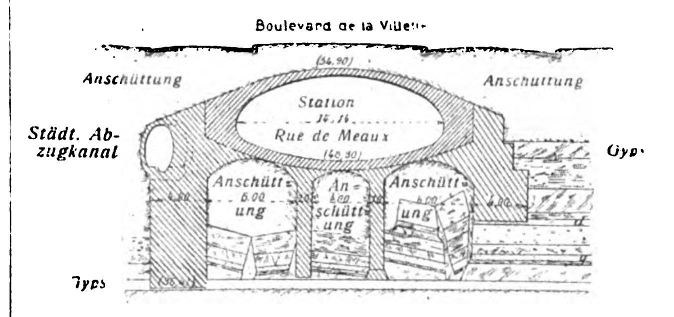


Fig. 13.
Querschnitt der Station und des Untergrundmauerwerkes an der Rue de Meaux.

Summe von 1244 Kubikmetern. Besonderen Aufwand erforderten in dieser Beziehung die Pfeilerfundierungen an den bereits wiederholt besprochenen grossen Brücken von 75,25 m Spannweite, mit welchen die Ostbahn und die Nordbahn übersetzt sind. Hier wurden in der Regel für jedes Joch 204 Stück durchschnittlich 8,80 m lange Pfähle von zusammen 190 Kubikmeter Holzmasse verbraucht, zu deren Eintreibung rund 40 Arbeitstage erforderlich waren. Bei allen diesen Fundierungen hat man die Holzpfähle 0,25 m über der Grubensohle gekappt und ihre Köpfe mit einer Schicht besten Betons von 1 m Höhe umgeben, auf der dann der weitere Unterbau mittels lagerhafter Bruchsteine aufgemauert wurde, welcher schliesslich die Sockelquadern des Brückenpfeilers trägt. Wo aber Verwerfungen der Gipsbänke oder alte Steinbrüche angetroffen wurden, oder wo etwa aus sonstigen, der Bodenbeschaffenheit entspringenden Gründen die Anwendung von Pilotierungen unzweckmässig erschien oder unsicher gelten musste, fand man sich bestimmt, bis auf die feste Gesteinslage prismatische Schächte niederzuteufen, von denen einzelne bis zu 24 m Sohlentiefe erreicht haben. Diese Schächte wurden im unteren Teile mit Beton aus Portlandzement und im oberen mit gewöhnlichem Kalkbeton ausgestampft.

Eine ganz aussergewöhnliche, besonders erwähnenswerte Pfeilerfundierung kam in einem Falle zur Ausführung, wo es unmöglich war, einen städtischen Kanal, der sich mit dem Pfeilerunterbau kreuzte, zu verlegen, weshalb Vorkehrungen notwendig wurden, das Kanalgewölbe in geeigneter Weise vom Pfeilerdruck zu entlasten. Man hat zu diesem Zwecke in der Grundgrube, wie es der in Fig. 14 ersichtlich gemachte Querschnitt zeigt, einen 5,40 m hohen Stahlblechträger eingebaut, dessen gleichseitig-viereckiger Schaft oben zu einer 2,15 m hohen umgekehrten Pyramide und ebenso am Fusse zu einer 1,5 m hohen, stehenden Pyramide ausgebildet ist. Diese Stahlblechsäule ruht auf einer Quaderschichte des granitartigen Steines von *Suppes*, welche in dem Beton fest-

Fig. 14.
Mit einem Stahlblechpfeiler verstärkter Untergrund eines Brückenpfeilers.

gebettet ist, mit der die ganze prismatische Grundgrube ausgefüllt wurde. Auf dem Kopfteil der Stahlblechsäule liegt dann noch eine 0,40 m hohe, durch Eisenstäbe, Blechbügel und Drahtzöpfe versteifte Betonschichte und auf dieser erst der in gewöhnlicher Weise aus Hausteinen ausgeführte Sockelgrund des Brückenpfeilers.

Vielleicht am schwierigsten, jedenfalls aber am heiklichsten erwies sich die Ausführung des Unterbaues für die Mittelpfeiler an den zwei grossen Brückenfeldern, mit welchen auf dem Boulevard de la Chappelle die Nordbahn übersetzt wird. Wie der in Fig. 15 dargestellte Querschnitt dieser Stellen erkennen lässt, ist daselbst der oben genannte Boulevard als Brücke über die Nordbahngleise geführt. Die rechts und links an dieser Ueberbrückung vorhandenen bezw. bestandenen Widerlagsmauern P (Fig. 15) haben eine Stärke von 2 m und auf ihnen ruhen die Deckenträger t, zwischen schichte hinabreichender Schacht ausgehoben und mit bestem Betonmauerwerk ausgebaut. Dasselbe geschah ferner an jener Stelle, wo der zweite Brückenpfeiler P_2 (Fig. 18) hinzukommen hatte und sodann wurden die beiden neuen Untermauerungen Q (Fig. 15 und 16) als Auflager für ein in Fig. 18 mit strichpunktierten Linien angedeutetes Holzgerüste H (Fig. 15) benützt, mit welchem die Deckenträger t (Fig. 15, 16 und 18) der ersten, unteren Nordbahnüberbrückung unterfangen wurden, um denselben während der weiteren Bauausführung das bis dahin von der Mauer P gewährte Auflager zu ersetzen. Nach diesen Vorarbeiten ging man daran, die Mauer P in einer Länge von 15 m zu beseitigen und dafür eine neue 2,5 m starke Pfeilermauer herzustellen, welche sich unmittelbar auf dem harten Kalkgestein erhebt, und in welcher auch die eigentlichen Brückenpfeiler T_1 und T_2 (Fig. 16 und 18) eingefügt worden sind.

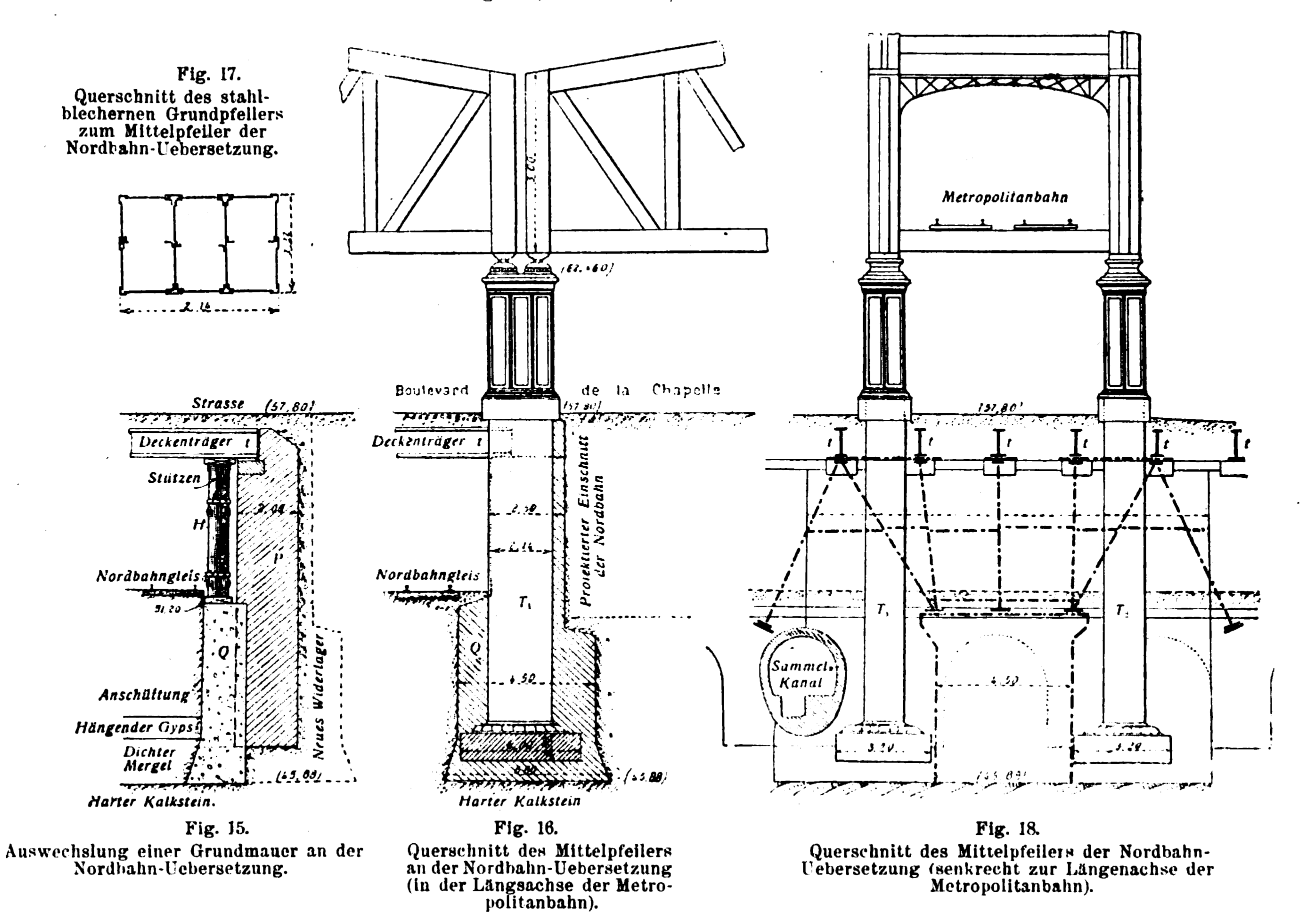


Fig. 17. Querschnitt des stahlblechernen Grundpfeilers zum Mittelpfeiler der Nordbahn-Uebersetzung.

Fig. 15. Auswechslung einer Grundmauer an der Nordbahn-Uebersetzung.

Fig. 16. Querschnitt des Mittelpfeilers an der Nordbahn-Uebersetzung (in der Längsachse der Metropolitanbahn).

Fig. 18. Querschnitt des Mittelpfeilers der Nordbahn-Uebersetzung (senkrecht zur Längenachse der Metropolitanbahn).

denen flache, durch Zementmörtelschichten abgeschlossene Deckengewölbe aus Ziegeln eingebaut sind, auf welchen sodann die Strassenbahn des Boulevards bis zur richtigen Höhe in gewöhnlicher Weise hergestellt ist. Jenseits der rechtsseitigen Widerlagsmauer P soll nun seinerzeit die bereits weiter oben erwähnte Verbreiterung der Nordbahn erfolgen und deshalb die Ueberbrückung durch den Boulevard in ähnlicher Art fortgesetzt werden, wie sie bis jetzt nur auf der linken Mauerseite besteht. Infolge dieses Umstandes war sonach durch die Mauer P von vornhinein die Stelle gegeben, an welcher die obengedachten Mittelpfeiler ihren Platz erhalten mussten. Diese Pfeiler aber unmittelbar auf die bestehende Mauer P zu stellen, erschien unmöglich, denn die letztere sollte künftighin ja auch die Deckenträger der zur rechten Seite für den Boulevard de la Chapelle neu auszuführenden Ueberbrückung der Nordbahn tragen und konnte auch sonst in keiner Weise als ein entsprechend sicherer Unterbau für die riesig belasteten Brückenpfeiler der Stadtbahn gelten. Man sah sich daher genötigt, die Widerlagsmauer P auf die erforderliche Länge durch eine angemessen verstärkte neue Mauer zu ersetzen. Um dies ohne Störung des Nordbahnbetriebes durchzuführen, wurde zuvörderst zwischen dem letzten Nordbahngleise und der Mauer P (Fig. 15) nächst jener Stelle, wo der Pfeiler T_1 (Fig. 15 und 18) Platz finden sollte, ein 1,40 m breiter, 4,50 m langer bis zur harten Kalk-

Diese beiden aus Stahlblechen ausgeführten Röhrensäulen T_1 und T_2 haben den in Fig. 17 skizzierten Querschnitt und tragen jede eine Last von 470 t; sie besitzen — von der aus granitartigem Gestein (Souppes) hergestellten Quaderuntermauerung gerechnet, auf welcher der Säulenfuss ruht, bis zur obersten Abschlussplatte, welche die beiden auf Rollen beweglichen Sattellager der Brückenträger aufnimmt — eine Höhe von 15,26 m. Ihr Innenraum wurde, um die Tragfähigkeit zu erhöhen und die Stahlblechwände vor dem Rosten zu bewahren, ganz mit bestem Beton aus Portlandzement ausgegossen. An der nicht eingemauerten, dem bestehenden Nordbahneinschnitt zugekehrten Seite der Pfeiler T_1 und T_2, welche gegen die Flucht der Widerlagsmauer nur wenig zurückspringt, sind die Stahlblechwände ebenfalls zum Schutze gegen äussere Beschädigungen und Oxydatien mit einem Zementmörtelbewurf überzogen, dem mit Hilfe eines an der Blechwand angebrachten eingemörtelten Eisendrahtnetzes erhöhte Haltbarkeit erteilt worden ist.

Für die Herstellungsarbeiten an den Brücken der Hochbahnstrecke sind seitens der beiden Unternehmungen, welchen die Bauausführung überantwortet war, zwei verschiedene Wege eingeschlagen worden. Die *Montreuiler Werke*, welche vornehmlich nur Brücken mit 22,50 m und mit 35 m Spannweite zu liefern hatten, stellten die Hauptträger der betreffenden Felder in ihren Werkstätten vorerst vollständig

fertig, teilten sie hierauf durch Beseitigung gewisser Nieten- und Klemmbolzengruppen in eine angemessene Anzahl Teile, die man mittels Fuhrwerken zur Verwendungsstelle brachte. Hier wurden dann die einzelnen Stücke entweder unmittelbar auf der Strasse, oder wo dies untunlich erschien, auf einem tunnelartigen Gerüste an den Trennungsstellen wieder neu und endgiltig vernietet und schliesslich mit Hilfe zweier torförmiger, mechanischer Kräne und hydraulischer Winden in die richtige Lage gebracht. Die Vernietungen geschahen sowohl im Werke als bei der Fertigstellung am Orte der Verwendung mit Hilfe hydraulischer Nietmaschinen, die einen Druck von 125 kg auf dem Quadratmeter ausüben, was einem Gesamtdruck von 40 bis 45 t für eine Niete ergibt. Trotz der Schwierigkeit, diese Nietmaschinen im Freien auf Laufgestellen zu handhaben, hat man doch bis zu 500 Nieten täglich fertig zu bringen vermocht.

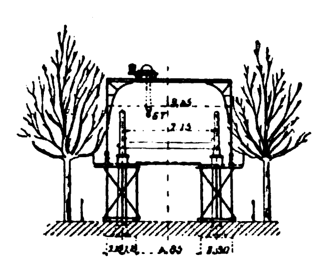


Fig. 19. Arbeitsgerüste der Bauunternehmung Moisant, Laurent Co. (in der laufenden Hochbahnstrecke).

Fig. 20. Arbeitsgerüste der Bauunternehmung Moisant, Laurent, Co. (in Hochbahnstationen).

Die zweite Unternehmung — nämlich die Firma *Moisant, Laurent, Lavey & Co.* — hatte die Bauausführung des weitaus schwierigeren Teiles der Hochbahnstrecke übernommen und war besonders strenge verhalten, für den ungehemmten Strassenverkehr die weitgehendsten Rücksichten zu üben; sie entschloss sich daher, ihre Brücken durchaus auf Untergerüsten zu montieren, mit richtigem, etwa 1,20 m unter der Brückenbahn liegenden, Arbeitsboden nebst Fahrbahn für Krane, Winden, Nietmaschinen u. s. w. Diese Einrichtungen, und namentlich die Hilfsmaschinen, erwiesen sich, trotz grosser Einfachheit, sehr zweckdienlich. Es standen beispielsweise zum Heben der höchstens 4,5 t schweren Werkstücke sehr rasch arbeitende, elektrische Brückenkrane von 6 t äusserster Leistungsfähigkeit im Dienste, deren Anordnung und Verwendungsweise sich hinsichtlich der laufenden Strecken aus Fig. 19, und betreffs der dreifachen Brücken für Stationen, aus Fig. 20 entnehmen lässt. Diese, mit einem Strome von 110 Volt betriebenen Vorrichtungen dienten auch zum Hochziehen bezw. Aufstellen der gusseisernen Brückenpfeiler und zum Verführen von Material oder von Werkstücken. Fortlaufend standen auch zwei fahrbare Nietenmaschinen im Betriebe, welche man in budenförmigen Wagen untergebracht hatte, die auf einem improvisierten Gleis liefen, das nach erster, beiläufiger Herstellung des Brückenrostes auf diesem verlegt wurde. Demnach unterlag es keinem Anstande, die Nietarbeiten ununterbrochen und bei jeder Witterung auszuführen. Wie diese Anordnung in der laufenden Strecke ausgenutzt wurde, zeigt Fig. 21, während Fig. 22 den Nietenmaschinenwagen auf einer Stationsbrücke darstellt. Jeder dieser Wagen enthielt, nebst der eigentlichen Nietmaschine, eine durch einen elektrischen Motor angetriebene Zentrifugalpumpe, welche das Wasser für den Sammler der hydraulischen Nietmaschine lieferte, ferner einen Feldofen zum Erhitzen der Nieten. Zur engeren, örtlichen Steuerung der Nietmaschine, welche aus zwei getrennten Teilen bestand — nämlich aus je einem für die Herstellung senkrecht und wagerecht liegender Nieten — diente eine Art Laufkatze, die sich sowohl von vorwärts nach rückwärts und umgekehrt, als von links nach rechts und umgekehrt, bewegen liess. Dank dieser trefflichen Hilfseinrichtungen ist es möglich geworden, innerhalb 10 Arbeitsstunden mit einer Mannschaft von nur 3 geschulten Arbeitern und zwei Trägern bis zu 850 Vernietungen durchzuführen.

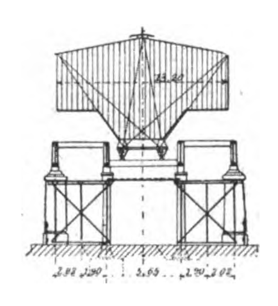
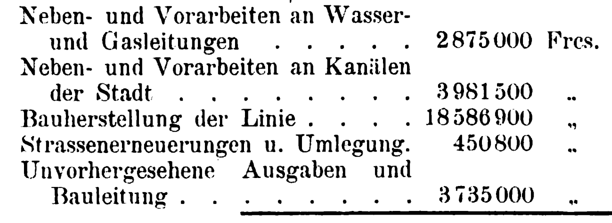


Fig. 21. Nietmaschinenwagen der Bauunternehmung Moisant, Laurent, Co. (in der laufenden Hochbahnstrecke).

Fig. 22. Nietmaschinenwagen der Bauunternehmung Moisant, Laurent, Co. (in Hochbahnstationen).

Um nun schliesslich nochmals zur Kostenfrage zurückzukehren, sei erinnert, dass hinsichtlich der Untergrundstrecke der Preis für das laufende Meter zwischen 1227 und 1670 Frcs. geschwankt hat, wogegen für die Hochbahnstrecke dreierlei Preise, nämlich 2500, 2895 und 3549 Frcs. bezahlt worden sind. Die aus diesen Einheitspreisen hervorgegangenen Kosten für die ganze, neuerbaute Nordringlinie beläuft sich auf 18586900 Frcs., wozu noch für aussergewöhnliche, unvorhergesehene Ausgaben und für die Personalkosten der Bauaufsicht 3735000 Frcs. zuzurechnen kommen. Die vollen Baukosten stellen sich somit aus den nachfolgenden Posten zusammen:



Posten	Betrag	
Neben- und Vorarbeiten an Wasser- und Gasleitungen	2875000	Frcs.
Neben- und Vorarbeiten an Kanälen der Stadt	3981500	„
Bauherstellung der Linie	18586900	„
Strassenerneuerungen u. Umlegung	450800	„
Unvorhergesehene Ausgaben und Bauleitung	3735000	„
zusammen	29629200	Frcs.

Wenn man diese Gesamtkosten auf die 10539 m der betreffenden Linie verteilt, ergibt sich für das laufende Meter ein Durchschnittspreis von 2811 Frcs. 38 Cent., während dieser mittlere Preis bei der zuerst erbauten Linie No. 1 (Porte Maillot — Porte de Vincennes) nur die Höhe von 2646 Frcs. 22 Cent. erreicht hat. Dieser Unterschied erscheint umso ungünstiger, als bei der Vergebung des Baues des Nordringes Preisrückgänge zwischen 15—24 v. H. erzielt worden waren, wogegen ein Preisnachlass von 5,2 v. H. das äusserste gewesen ist, was man bei der Bauvergebung der alten Strecke zu erreichen vermocht hatte. Es liegt also die Veranlassung des höheren Preises der Nordringlinie lediglich in der kostspieligen Hochbahnstrecke.

Zu bemerken kommt noch, dass in die oben ausgewiesenen Baukosten jene des zwischen den beiden Stationen Place de la Nation und Port de Vincennes hergestellten Wagenschuppens vergl. Fig. 1 u. 2, S. 497 u. 498 d. Bd.) nicht mit aufgenommen sind, weil diese Anlage fürs erste noch nicht vollendet ist und überdem die Stadt Paris diesbezüglich die Verpflichtung übernommen hat, einen Teil der voraussichtlich etwas über zwei Millionen Francs hinausgehenden Bauauslagen zu übernehmen. (Vergl. *Dumas* in „Genie civil“ vom 28. 3. 1903, S. 337—351).

(Fortsetzung folgt.)

Die elektrochemischen Industrien an den Niagara-Fällen, New York.

(Schluss von S. 510 d. Bd.)

Die Atmospheric Products Co.

wurde zu Anfang vorigen Jahres (1902) mit einem Kapital von 1 Million Dollars gegründet; ihr Präsident ist *Chas. S. Bradley*, ihr Elektriker *D. Ross Lovejoy*. Sie verfolgt die Erzeugung von Stickstoffverbindungen aus Luftstickstoff[1]) nach einem von *Bradley* und *Lovejoy* erfundenen, in seinen Einzel-

[1]) Siehe D. p. J. 1903, **318,** 262.



heiten hauptsächlich von letzterem ausgearbeiteten Verfahren, welches durch das englische Patent 8230 vom 8. Juni 1901 geschützt ist. (Das amerikanische Patent ist noch nicht ausgefertigt). Es beruht darauf, den elektrischen Lichtbogen in sehr kleine, dünne, flache Teile zu zerlegen, so dass einer geringen Energiemenge eine möglichst grosse Oberfläche dargeboten wird.

Für den von der *Ampère Electrochemical Co.* aufgestellten Versuchsapparat wird ein von der *Wayne Electric Co.* erbauter, 45 Kilowatt-Generator benutzt, der gewöhnlich einen unmittelbaren Strom von 0,75 Amp. mit 8000 Volt liefert, indessen mehrere Amp. mit 15000 V. zu leisten imstande ist. Von dem Strom werden 185 Bogenkontakte gespeist, von denen jeder in der Sekunde 50mal gebildet und gebrochen wird, so dass jeder Bogen 0,005 Amp. erhält. Die Anzahl der Bogen beträgt 6900 i. d. Sekunde, von denen jeder ungefähr $^1/_{20000}$ Sekunde dauert, so dass die Maschine tatsächlich ununterbrochen geladen wird. Das Kurzschliessen, welches aus dem Bestreben jedes Bogens, in dem Augenblick, in welchem er gebildet wird, sein Volumen plötzlich zu vergrössern, sich ergeben würde, wird durch Aufstellung von Widerstandsrollen verzögert, und zwar sind diese so berechnet, dass sie den Strom für $^1/_{100000}$ Sekunde aufhalten und während der folgenden $^1/_{40000}$ Sekunde, wenn der Bogen im Begriff ist, zu brechen, den Strom erhöhen, so dass der Bogen auf 4—6 Zoll verlängert wird.

Der runde, aus Eisen hergestellte Apparat ist 5 Fuss hoch und hat einen Durchmesser von 4 Fuss. Durch seine Seiten laufen 138 Drähte, die in 6 Reihen von je 23 Drähten angeordnet sind, bei ihrem Eintritt durch Porzellanumhüllungen gut isoliert sind und in kurze, nach unten gebogene Platindrähte von $^1/_2$ Zoll ausgehen. In der Mitte des Apparates befindet sich ein Schaft, an welchem 23 Reihen von je 6 horizontalen Armen, entsprechend den 23 Drahtreihen, angebracht sind. Auch diese Arme laufen in kurze Platindrähte aus, deren Spitzen $^1/_{25}$ Zoll (1 mm) von den entgegengesetzten Drahtpolen entfernt sind. Sobald bei der Umdrehung des Schaftes zwei dieser Pole sich nähern, springt ein $^1/_8$ zölliger Funken dem herankommenden Pole zu und wird von diesem, während er sich wieder entfernt, 4–6 Zoll ausgezogen. Für jeden Bogen ist eine unter Oel gehaltene Widerstandsrolle vorgesehen, die eine Länge von 12 Zoll, einen Durchmesser von 5 Zoll hat und aus mehreren tausend Windungen feinen Drahtes besteht. Der zentrale Schaft macht 500 Umdrehungen i. d. Minute, wozu ungefähr 5 PS erforderlich sind. Die Ausbeute stellt sich für 7 PS auf 1 Pfd. Salpetersäure, HNO_3, für die Stunde elektrischen Stromes.

Wird in dem Apparat Luft benutzt, so muss diese sorgfältig getrocknet sein, um Säurebildung und daraus entstehende Corrosion der metallischen Teile zu verhindern. Die Innenseite des Apparates ist übrigens mit einem Ueberzug von Asphaltfirnis versehen. Eine höhere Ausbeute liefert indessen eine Mischung von gleichen Teilen Sauerstoff und Stickstoff. In *Linde*maschinen lässt sich der Sauerstoffgehalt der Luft um 50 v. H. (1 cbm f. d. PS und Stunde) erhöhen. Die Gase werden mit einer Schnelligkeit von 3—4 Kubikfuss i. d. Minute erneuert, um zu verhindern, dass sie beim Austritt mehr als 3 v. H. Stickstoffoxyde enthalten, wobei die Temperatur in dem Generator auf ungefähr 80° C. gehalten wird. Die entstehenden Gase entweichen zunächst in ein eisernes Reservoir von 2 × 10 Fuss, um sich hier noch weiter zu vereinigen, und sodann in einen Reaktionsturm, um kondensiert zu werden. Letzterer besteht aus einer, aus Steingut hergestellten, 25 Fuss hohen Röhre von 9 Zoll Durchmesser, die mit Koks aufgefüllt ist, durch welchen, falls man die Säure zu erhalten wünscht, Wasser, oder wenn man die Erzeugung von Nitrat bezweckt, eine caustische Alkalilösung sickert. Bei der praktischen Ausführung des Verfahrens werden jedoch zur Herstellung der Säure Wassertürme, und zur Erzeugung von Nitrat *Lunge*türme mit Kalkmilch zur Verwendung kommen.

Mit dem Betrieb soll begonnen werden, sobald die elektrische Kraftgesellschaft imstande ist, den Strom zu liefern. Der Bau des für die Herstellung des Apparates bestimmten Gebäudes ist bereits in Angriff genommen. Zunächst ist beabsichtigt, mit 2000 PS zu arbeiten. Wie der Bericht hinzufügt, würden 150000 PS erforderlich sein, um die ganze Nachfrage der Vereinigten Staaten nach Salpetersäure zu decken, so dass sich also ein weites Feld für die Entwicklung dieses Industriezweiges darbietet.

Die Pittsburg Reduction Co.,

welche im Jahre 1888 durch den verstorbenen Kapitän *A. E. Hunt* organisiert wurde, ist die alleinige Produzentin von Aluminium nach dem *Hall*schen Verfahren in den Vereinigten Staaten. Ihr gegenwärtiger Präsident ist Mr. *R. B. Mellon* in Pittsburg. Der Betrieb in den Anlagen zu Niagara Falls wird von *Charles M. Hall* beaufsichtigt. Die Gesellschaft, welche z. Z. mit 1 600 000 Doll. kapitalisiert ist, wovon 600 000 Doll. in mit 6 v. H. verzinsbaren bevorzugten und 1 000 000 Doll. in gewöhnlichen Aktien bestehen, besitzt zu Niagara Falls zwei Fabriken, in denen 4000 bezw. 6500 PS zur Verwendung kommen.

Bei dem gegenwärtigen Verfahren besteht das Bad, das gewöhnliche *Hall*sche Bad, in einer Lösung von Kryolith und Aluminiumoxyd. Als Elektroden werden Kohlestäbe von 3 Zoll Durchmesser und 18 Zoll Länge benutzt, deren jede einen elektrischen Strom von 250 Amp. enthält. Die eine Hälfte der Stromkraft wird bei der chemischen Arbeit, der Zerlegung des in dem Bade enthaltenen Aluminiumoxyds, absorbiert, während die andere Hälfte in Wärme umgesetzt wird, welche das Bad auf der für die Elektrolyse erforderlichen Temperatur und Flüssigkeit (ungefähr 850—900° C.) erhält. Unter der Einwirkung des Stromes werden Aluminium und Sauerstoff frei, welch' letzterer sich mit den Elektroden zu Kohlenoxyd verbindet, worauf das Metall abgestochen und in rohe Blöcke von je 20 Pfd. Gewicht gegossen wird. Das Produkt enthält durchschnittlich 0,1 v. H. Eisen, 0,3 v. H. Silicium und geringere Mengen von Kupfer, Titan, Kohle und Natrium; die Gesellschaft garantiert einen Gehalt von über 99 v. H. reinem Metall, durchschnittlich stellt sich derselbe annähernd auf 99,5 v. H. Die rohen Blöcke werden nach New Kensington in Pennsylvanien verschifft, um hier umgeschmolzen zu werden. Der Preis beträgt für Metall von vorgenannter Reinheit 31 Cents für 1 Pfd. in Lieferungen von mindestens 1 t. Daneben wird auch unter Verwendung von weniger reinem Aluminiumoxyd eine minder gute Qualität produziert, welche an die Gusseisen- und Stahlfabriken zu einem um 2 Cents für 1 Pfd. niedrigeren Preise abgegeben wird.

Die tägliche Produktion in den beiden Anlagen wird auf etwa 19 000 Pfd. geschätzt.

Nach einem von *Hall* im Jahre 1900 erfundenen Verfahren (U. S. Patents 677 207, 677 208 und 677 209 vom 25. Juni 1901), welches demnächst zu Niagara Falls praktisch durchgeführt werden wird, wird Bauxit mit einem genügenden Reduktionsmittel, wie Kohle, versetzt, um die darin enthaltenen Verunreinigungen in ihre Metalle umzuwandeln, also Kieselerde in Silicium, Titanoxyd in Titan, Eisenoxyd in Eisen. Die Mischung wird in einem elektrischen Ofen geschmolzen, dessen einer Pol aus Kohle besteht, während der andere Pol durch das geschmolzene Aluminiumoxyd selbst gebildet wird. Unter der Einwirkung eines schwachen elektrischen Stromes sammelt sich am Boden eine Eisen-Titan-Siliciumlegierung an, während das gereinigte Aluminiumoxyd, welches fast chemisch rein ist, an die Oberfläche steigt. Man erwartet, auf diese Weise den Bauxit auf billigere Weise, als mit dem nassen chemischen Verfahren reinigen zu können. Das so gewonnene Aluminiumoxyd ist von körniger Struktur, schwer, löst sich leicht in dem Reduktionsbade und liefert ein Metall von hoher Reinheit. Das Rohmaterial wird aus den der Gesellschaft gehörigen grossen Bauxitablagerungen in Georgia und Alabama bezogen werden.

Die Electrical Lead Reduction Co.

ist Inhaberin des *Pedro G. Salom*schen Patentes betreffend die elektrolytische Reduktion von Bleisulfid oder Bleiglanz. Präsident ist *Pedro G. Salom*, Chemiker *A. L. Weightman* und Betriebsleiter *S. Weil*. Die Gesellschaft hat ein eingezahltes Kapital von 200 000 Doll.; die aufgelegten Aktien bestehen aus 2 Millionen Dollars bevorzugten und 10 Millionen Stammaktien.

Das Verfahren, von dem sich eine genaue Beschreibung in den Transactions of the American Electrochemical Society, Bd. 1, 1902, findet, ist kurz folgendes: in einer aus antimon-



haltigem Blei hergestellten Pfanne, die am oberen Rande einen Durchmesser von 18 Zoll und am Boden einen solchen von 15 Zoll hat und 6 Zoll hoch ist, wird eine 1 Zoll hohe Schicht von reinem pulverisierten Bleiglanz mit verdünnter Schwefelsäure aufgelöst. Der Bleiglanz bildet die Anode, während der Boden einer anderen, oberhalb der ersten angebrachten, gleichartigen Pfanne die Kathode darstellt. Im ganzen werden 11 solcher Pfannen übereinander gestellt und 5 Tage lang einem Strom von 33 Amp. (2,9 Volt) unterworfen. Das Metall wird dabei in Form von Bleischwamm abgeschieden, während der Schwefel als Schwefelwasserstoff durch Bleiröhren in eine Kammer entweicht, in der er durch gänzliche oder teilweise Verbrennung als Schwefel oder Schwefelsäure gewonnen wird. Der Bleischwamm wird gewaschen, von Verunreinigungen, wie Quartz, Zinksulfid etc. befreit und in einem Drehzylinder über einem Ofen getrocknet, worauf er fertig zum Gebrauch für Akkumulatoren ist. Der grösste Teil wird indessen zu Bleiglätte oxydiert, indem man ihn sorgfältig eine Stunde lang auf dem Herd eines Flammofens brennt. Nachdem die Bleiglätte gewaschen, von etwaigen nicht oxydierten Bleiteilchen gereinigt und getrocknet ist, findet sie leichten Absatz bei den Glas- und Kautschukfabrikanten. *Salom* verfügt auch über durch Patente geschützte Verfahren, den Bleischlamm in andere Bleisalze, wie Carbonat, Chromat und Dioxyd umzuwandeln und ihn zu festen Akkumulatorenplatten zu pressen.

Die Carborundum Co.

wurde im Jahre 1893 von Pittsburger Kapitalisten gegründet, um die von *A. G. Acheson* erfundenen Verfahren zur Herstellung von Siliciumcarbid kaufmännisch zu verwerten; ihr gegenwärtiger Präsident ist *F. W. Haskell*; *Acheson* ist einer der Hauptaktionäre.

Carborundum, womit *Acheson* das von ihm erzeugte Siliciumcarbid, *C Si*, benannt hat, wird dadurch gebildet, dass eine Mischung von Kohle, Sand und Salz im elektrischen Ofen einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt wird.[2]) Die zu Niagara Falls hierzu benutzten Oefen werden aus Ziegelsteinen aufgeführt und haben eine horizontale rechtwinklige Gestalt, die langen Seitenwände haben eine Länge von 16 Fuss, die schmalen eine solche von 5 Fuss. Während die ersten nach jedem Brande wieder abgerissen und neu aufgeführt werden, dienen die letzteren zur Aufnahme der Elektroden, sie sind daher auch sehr fest gebaut und haben eine Dicke von 2 Fuss und eine Höhe von 8 Fuss. In ihrer Mitte sind 60 Kohlenstäbe von 3 Zoll Länge und 3 Zoll Durchmesser eingesetzt, deren äussere Enden von einem quadratischem Eisenrahmen eingeschlossen sind; an letzterem ist eine starke Eisenplatte angeschraubt, welche mit sechzig Löchern versehen ist, um die kupfernen Leitungsdrähte durchzulassen. Nachdem die langen Seitenwände bis zu einer Höhe von etwa 4 Fuss aufgeführt sind und der Ofen bis zur Hälfte mit der Charge aufgefüllt ist, wird in der Mitte zwischen den beiderseitigen Elektroden und in unmittelbarer Berührung mit denselben aus Kohle von genau abgewogener Gewichtsmenge ein zylindrischer Kern gebildet, welcher den elektrischen Strom durch den Ofen leitet und durch seinen Leitungswiderstand die Temperatur hinreichend erhöht, um die ihn umgebende Charge zu reduzieren. Die Seitenwände werden sodann zu ihrer vollen Höhe aufgeführt, worauf der Ofen gefüllt und oben kugelförmig abgerundet wird. Die ganze Charge eines Ofens besteht in $3^1/_2$ t Kohle, 6 t Kieselsand und $1^1/_2$ t Salz; für den Kohlenkern werden etwa 1000 Pfd. Kohle gebraucht.

Der von der *Niagara Falls Power Co.* gelieferte Wechselstrom von 250 Volts passiert zunächst einen Transformator von 830 Kilowatts (etwa 1100 PS), der ihn zu einem Strom von 185 Volts umwandelt; mittels eines Regulators lässt er sich auf 100—250 Volts verändern. Die Ueberhitzung des Transformators infolge des bei der Umwandlung resultierenden Kraftverlustes von etwa 4 v. H. (40 PS) wird dadurch verhindert, dass man ihn mittels zirkulierendem Oel abkühlt.

Die Dauer des Verfahrens beträgt ungefähr 36 Stunden. Man lässt den Ofen sich einige Stunden lang abkühlen, worauf die langen Seitenwände abgetragen werden. In der Nähe des Kernes findet sich zunächst eine Schicht, aus welcher die intensive Hitze den Siliciumgehalt verflüchtigt hat, und die aus Graphitkrystallen besteht; *Acheson* hat ihr den Namen „das Kohlenstoffskelett von Carborundum“ gegeben und sie bildete den Ausgangspunkt für die kaufmännische Herstellung von Graphit durch die *International Acheson Graphite Co.* (siehe weiter unten). An dieses Skelett schliesst sich eine Schicht von 10—15 Zoll Durchmesser, die aus Siliciumcarbidkrystallen besteht und die in einer Lage von hellgrünem, amorphen Carborundum endigt. Der übrige äussere Teil der Charge ist unverändert geblieben. Der Ertrag eines Ofens an krystallinischem Carborundum stellt sich auf 3—4 t.

Das Carborundum wird darauf zu grobem Pulver zermahlen, mehrere Tage lang mit einer Schwefelsäurelösung behandelt, um Verunreinigungen, wie Eisenoxyd u. s. w., zu entfernen, gewaschen und nach der Grösse der Krystalle in 20 Arten sortiert; die grössten bleiben in einem Sieb von 8 Maschen für den Linearzoll, die kleinsten in einem solchen von 220 Maschen. Den rückständigen Schlamm lässt man sich setzen und gewinnt dadurch das sogenannte Carborundummehl, das je nach seiner Feinheit mit *F*, *FF* und *FFF* bezeichnet wird.

Der industrielle Wert des Carborundums besteht in seiner grossen Härte, welche derjenigen des Diamanten fast gleich kommt. Es wird daher an Stelle von Schmirgel und Korund von der Gesellschaft zur Herstellung von Schleifartikeln der verschiedensten Art, wie Schleifscheiben, Messer- und Sichelschleifen, Schleifpapier u. s. w. verarbeitet.

Eine besondere Verwertungsart besteht in der Verwendung des Carborundum bei der Stahlfabrikation. Da dasselbe 70 v. H. Silicium neben 30 v. H. Kohlenstoff enthält, empfiehlt es sich sehr für diesen Zweck, zumal keine Gefahr vorhanden ist, dass mit demselben irgendwelche Mengen von schädigenden Beimengungen, wie Schwefel und Phosphor, eingeführt werden.

Die Gestehungskosten werden auf 4—5 Cents für 1 Pfd. berechnet, wovon 1,25 Cents auf die benutzte elektrische Kraft, 0,75 Cents auf die Rohmaterialien, 0,5 Cents auf Arbeitslöhne, zusammen 2,5 Cents für die Gewinnung der Krystalle im Ofen und 1,5—2,5 Cents auf die weitere Behandlung entfallen. Es wird zum Preise von durchschnittlich 9 Cents für 1 Pfd. verkauft. Bei einer jährlichen Erzeugung von 2 400 000 Pfd. würde die Gesellschaft hiernach einen Reingewinn von 100 000 Doll. erzielen. Letzterer stellt sich indessen durch die weitere Verarbeitung des Carborundums zu den erwähnten Schleifartikeln, welche einen bedeutenden Zweig des ganzen Betriebes ausmacht, erheblich höher.

Die gegenwärtigen Anlagen bestehen in 10 Oefen, werden aber demnächst um 5 weitere, bereits im Bau begriffene Oefen vermehrt werden, wodurch die zur Verwendung kommende elektrische Kraft von 2000 PS auf 3000 PS erhöht werden und die jährliche Produktion auf 1800 t steigen wird.

Die International Acheson Graphite Co.,

welche im Jahre 1899 gegründet worden ist und an deren Spitze *A. G. Acheson* als Präsident steht, erzeugt Graphit im elektrischen Ofen. Sie arbeitet nach folgenden Patenten U. S. Patent 542 982 (vom 23. Juli 1895) betreffend die Herstellung von reiner Kohle für elektrisches Licht durch Erhitzen von unreiner Kohle bei hoher Temperatur während genügender Zeit, um die darin enthaltenen Verunreinigungen zu verflüchtigen; U. S. Patent 568 323 (vom 29. September 1896) und 617 979 (vom 17. Januar 1899) betreffend die Umwandlung von Kohle zu Graphit durch Vermischen der ersteren mit geeigneten Metalloxyden, um Metallkarbide zu erzeugen, und durch Zersetzung der letzteren; und U. S. Patent 645 285 (vom 13. März 1900) betreffend die Verwendung von natürlichen kohlehaltigen Stoffen, welche gleichmässig von Metalloxyden in hinreichender Menge durchsetzt sind, um daraus Karbide und aus diesen Graphit herzustellen. Die Patente beruhen auf der bereits oben erwähnten Entdeckung des „Kohlenstoffskeletts von Carborundum“ und auf den sich daran anschliessenden Versuchen, welche in *Acheson* die Ueberzeugung schufen, dass alle Metallcarbide bei ihrer Zerlegung Graphit zurücklassen.

Die Tätigkeit der Gesellschaft zerfällt in zwei von einander getrennte Zweige, von denen der eine sich mit dem Graphitischmachen von vorher geformten Kohleelektroden be-

[2]) Siehe D. p. J., 1897, **305**, 47.

fasst und der andere Graphit aus kohlehaltigen Stoffen herstellt.

Die graphitisch zu machenden Artikel werden in einer bestimmten, durch U. S. Patent 702758 (vom 17. Juni 1902) geschützten Weise, quer zu der Stromrichtung, zwischen den 30 Fuss von einander entfernten Kohleelektroden in Haufen von 2 Fuss im Quadrat aufgeschichtet und darauf dick mit feingranulierter Kohle und Carborundum bedeckt, worauf sie 24 Stunden lang dem elektrischen Strom ausgesetzt werden, welcher von 220 V. und 3000 Amp. zu Anfang bis auf 80 V. und 9000 Amp. am Schlusse des Verfahrens erhöht wird. Durch die Hitze, welche sich durch den Widerstand der zwischen und über die graphitisch zu machenden Gegenstände geschütteten Kohle entwickelt, wird das angestrebte Ergebnis in vollkommenster Weise erreicht. Selbst Blöcke von $8 \times 10 \times 4$ Zoll, sowie Stäbe von 4 Zoll im Quadrat und 24 Zoll Länge sind in diesen Oefen vollständig graphitisiert worden.

Die auf diese Weise behandelten Elektroden besitzen einen Widerstand von nur 0,00032 Ω f. d. Kubikfuss, also nur den vierten Teil des Widerstandes von amorphem Kohlenstoff. Ebenso zeichnen sie sich durch ihre ungemeine Dauerhaftigkeit aus: an Kohlenstäben, welche 3 Jahre lang als Anoden in alkalinischen Chlorlösungen bei einer Stromdichte von 50—250 Amp. f. d. Quadratmeter benutzt worden sind, haben sich noch nicht einmal die scharfen Kanten abgerundet.

Die Gewinnung von formlosem Graphit erfolgt gleichfalls in Oefen von 30 Fuss Länge und je 2 Fuss Höhe und Breite, deren Boden und Seitenwände mit 6zölligen Carborundumblöcken ausgelegt sind. Als Rohmaterial kommt zumeist reine Anthracitkohle zur Verwendung, da dieselbe reichlich (zu 5—15 v. H.) mit Ascheteilen in sehr gleichmässiger Weise durchsetzt ist. Petroleumkoks, der nur 0,3 v. H. Asche enthält, liefert nur ein sehr schlechtes Ergebnis und auch gewöhnlicher Koks wird nur an den Stellen vollkommen graphitisch, an welchen der Aschengehalt gleichmässig verteilt ist. Vor ihrer Verwendung wird die Kohle zu Körnern von der Grösse eines Reiskornes zermahlen, worauf der Ofen etwa zur Hälfte damit aufgefüllt wird. Nachdem sodann, wie bei der Carborundumfabrikation, zwischen den an den beiden Enden befindlichen Kohleelektroden aus granuliertem, teilweise graphitischem Kohlenstoff ein Kern von ungefähr 6 Zoll Durchmesser gebildet worden ist, wird der Ofen mit weiteren Mengen Kohle zugefüllt und oben mit einer Lage von grobem Kohlenstoff und granulärem Carborundum zugedeckt. Die Anthracitcharge beträgt ungefähr 6 t und erfordert 20 Stunden, um graphitisiert zu werden.

Je nach dem verwandten Material, der Behandlungsweise und der Art der Zerkleinerung nach beendigtem Verfahren lassen sich verschiedene Graphitsorten von grosser Mannigfaltigkeit herstellen, faserige, weiche, feste, blätterige Sorten u. s. w., die sich je nach ihrer besonderen Eigenart für einzelne Zwecke besonders gut eignen.

Graphitisch gemachte Elektroden werden zu 12—15 Cents für 1 Pfd. verkauft, während sich der Preis für formlosen Graphit, je nach Reinheit und Flockigkeit, auf 10 bis herab zu 4 Cents stellt. Die Gesamtproduktion für ein Jahr beträgt fast 1 Million Pfund. Die gegenwärtigen Anlagen enthalten 2 Reihen von je 5 Oefen, die verwendete Kraft beträgt 1000 PS.

Die Norton Emery Wheel Co.

Diese seit einer Reihe von Jahren gegründete Gesellschaft hat in Worcester, Staat Massachusetts, eine Fabrik zur Herstellung von Korund- und Schmirgelartikeln für Schleif- und Reibezwecke in Betrieb. Sie hat von der *Ampère Electrochemical Co.* das *Chas. B. Jacobs*sche Patent, betreffend die Erzeugung von reinem künstlichen Korund im elektrischen Ofen, angekauft. Die im vorigen Jahre an den Niagarafällen errichtete Fabrik, welcher *A. C. Higgins* als Generalbetriebsleiter und *S. F. Hall* als Superintendent vorstehen, nimmt einen Platz von 60×90 Fuss ein; das zweistöckige Gebäude enthält neben den eigentlichen Fabrikräumen auch die Geschäftsbureaus und ein Laboratorium.

Das Rohmaterial, Bauxit, wird zunächst in das obere Stockwerk gebracht, um calciniert zu werden. Ist diese Operation vollständig beendet, so wird er im unteren Stockwerk aus dem Ofen herausgenommen und wieder nach oben geschafft, um dem Schmelzofen zugeführt zu werden. Die Elektroden bestehen in einem Paar in das Bad hineinreichender Kohlenstäbe, deren Entfernung von einander reguliert werden kann. Der Ofen selbst ist ein *Horry*scher Karbiddrehofen. Während des Schmelzens wirken die Kohleelektroden leichtreduzierend, wie aus dem gelegentlichen Antreffen von kleinen Mengen einer Eisen-Silicon-Titaniumlegierung, die sich durch das Produkt verstreut vorfinden, hervorgeht. Ist auch dieser Teil des Verfahrens beendet, so entfernt man die Elektroden und lässt die Charge 3 oder 4 Stunden lang in dem Ofen abkühlen, worauf der Block herausgenommen wird und man ihn sich weiter langsam abkühlen lässt.

Durch dieses Verschmelzen und allmälige Abkühlen gewinnt der natürliche Bauxit die Härte von Korund und die Zähigkeit von Schmirgel. Die beste Art des Produktes hat ein horn- oder flintartiges Aussehen. Zuweilen finden sich schöne kleine Krystalle von reinem Aluminiumoxyd darin, blau wie Saphir oder rosa wie Rubin; es sind dies in der Tat die künstlichen Edelsteine, indessen sind sie von zu geringer Grösse, um einen Handelswert zu haben.

Der abgekühlte Block wird in Stücke von beliebiger Grösse aufgebrochen und nach Worcester zur Weiterverarbeitung versandt.

Die Union Carbide Co.

deren Niagarawerke unter der Leitung von *E. F. Price* stehen, kontrolliert fast die ganze Carbidproduktion in Amerika. Sie arbeitet nach den Patenten von *T. L. Willson* (U. S. Patents 541 137 und 541 138, 1895; und 563 527, 1896) und *E. F. Price* (U. S. Patents 572 312 und 572 467, 1896; und 583 936, 1897).

Die eisernen runden Drehöfen haben einen Durchmesser von 8 Fuss und eine Breite von 3 Fuss. Die Kohleelektroden haben einen Durchmesser von 6 Zoll und sind 9 Zoll von einander entfernt. Jeder der 10 Oefen arbeitet mit 500 PS, so dass sich die gesamte Kraftmenge auf etwa 5000 PS stellt. Die Ausbeute f. d. Ofen und Tag beträgt ungefähr 2 t. Die Charge besteht in gebranntem Kalk und gemahlenem Koks, und zwar im Verhältnis von 1 t Kalk zu $^3/_4$ t Koks, um nach der Gleichung

$$CaO + C_3 = CaC_2 + CO$$

1 t Carbid zu erzeugen.

Die Roberts Chemical Co.

ist die Eigentümerin der *I. L. Roberts* erteilten Patente für elektrolytische Apparate und Verbindungen (U. S. Patents 673 452 und 673 453). Sie gebraucht 500 PS zur Erzeugung von Aetzkali und Salzsäure aus Chlorkalium. Präsident ist *W. S. Block*, Betriebsleiter *S. D. Benoliel* und Chemiker *Ross Phillips*. Weitere Angaben sind nicht erhältlich.

A. J. Rossi

reduziert mit einem elektrischen Strom von 200 PS Titanerze. Unter anderem produziert er aus Ilmenit, einem Erz, das 65 v. H. Eisenoxyd und 35 v. H. Titansäure enthält, Titaneisen oder unter Benutzung von Kalk als Flussmittel ein fast reines Gusseisen. Von dem ersteren erzeugt er zwei Sorten, eine mit 4 v. H. Titanium für Gusseisenfabrikate, und eine andere mit 10 v. H. Titanium zur Verwendung in Stahl. Die erstere Legierung schmilzt leicht bei der Hitze von geschmolzenem Gusseisen, die letztere bei derjenigen einer Stahlschmelzerei, auch soll diese dem Stahl, nach der Behauptung des Fabrikanten, wundervolle Eigenschaften verleihen.

Die Ampère Electrochemical Co.

ist insofern eine neue eigenartige Erscheinung, als sie nicht selbst die Fabrikation irgendwelcher Artikel auf elektrischem Wege in kaufmännischer Weise betreibt, sondern sich nur mit der Entdeckung und Ausarbeitung neuer elektrochemischer Verfahren befasst, deren Verwertung sie anderen überlässt. Neben den Gründern der Gesellschaft: Professor *F. B. Crocker*, Präsident; *C. A. Doremus*, Vizepräsident; *S. S. Wheeler*, Schatzmeister, und *C. S. Bradley*, Erfinder, gehören ihr die folgenden Chemiker an: *A. H. Buch*, *H. E. Knight*, *D. R. Lovejoy*,

Chas. B. Jacobs und *N. Thurlow*. Ursprünglich in Ampère, New Jersey, ansässig, hat sie sich im Jahre 1898 zu Niagara niedergelassen.

Ausser den Verfahren, welche bereits oben in Verbindung mit der *Norton Emery Wheel Co.*, *United Barnium Co.* und *Atmospheric Products Co.* besprochen worden sind, hat die Gesellschaft durch *Thurlow* eine Methode entdeckt, Kampher aus Terpentin zu erzeugen, welche gegenwärtig zu Port Chester im Staate New York zur Erzeugung von 1 t Kampher f. d. Tag verwertet wird; ferner eine Methode zur Erzeugung von künstlichem Gummi, beides rein chemische Verfahren, die hier nicht von Interesse sind. Dagegen ist die Gesellschaft zur Zeit noch mit der Ausarbeitung nachfolgender elektrochemischer Verfahren beschäftigt.

Herstellung von Cyaniden. Beim Erhitzen einer Mischung von Bariumoxyd oder Bariumcarbonat mit Kohle im elektrischen Ofen erhält man Bariumcarbid von der Formel $Ba\,C_2$, welches sehr wahrscheinlich eine ungesättigte Verbindung von der Art des Acetylens, $H_2\,C_2$, darstellt und dessen zwei Kohleatome die beiderseitigen Affinitäten zeitweise neutralisieren. Derartige Verbindungen bilden leicht weitere Verbindungen und so hat man gefunden, dass, wenn man das Bariumcarbid erhitzt und Stickstoffgas darüber streichen lässt, das letztere sich mit dem Kohlenstoff zu Bariumcyanid, $Ba\,C_2\,N_2$, verbindet. Die Masse wird in Wasser gelaugt, wobei sich das Cyanid löst, und darauf mit einem Natriumsalz behandelt, um das Bariumsalz auszufällen und gelöstes Natriumcyanid zurück zu behalten. Eine andere Methode ist die, Bariumcyanid in einem geschlossenen Gefäss mit einer Essigsäurelösung unter reduziertem Druck zu behandeln und das hydrocyansaure Gas in eine Aetznatronlösung zu leiten, wobei das Cyanid unter Zurücklassung von Bariumacetat erhalten wird. Durch blosse Verdampfung und Destillation des letzteren in einem geschlossenen Gefässe behält man Bariumcarbonat zurück, das dann aufs neue verwandt werden kann. Das Destillat, Aceton, ist von bedeutend reinerer Qualität als der aus Calciumacetat erzeugte Handelsartikel. Die bisher von der Gesellschaft zur industriellen Verwertung dieses Verfahrens ausgeführten Versuche versprechen ein sehr günstiges Ergebnis.

Erzeugung von Ammoniak. Durch Leitung von Dampf über Bariumcyanid liegt die Möglichkeit vor, Ammoniak unter der Reaktion: $Ba\,C_2\,N_2 + 3\,H_2\,O = Ba\,O + 2\,N\,H_2 + 2\,C\,O$ in kommerzieller Weise zu gewinnen. Angaben, wie weit die diesbezüglichen Versuche gediehen sind, liegen nicht vor.

Herstellung von Siliciden. Im Juli 1899 ist es der Gesellschaft durch *Jacobs* gelungen, die Silicide des Calcium, Barium und Strontium ($Ca\,Si_2$, $Ba_2\,Si_2$ und $Sr\,Si_2$), (U. S. Patents 656353 und 656354, 1900), im elektrischen Ofen herzustellen, durch Erhitzen einer Mischung eines Metall-Carbonates, -Oxydes, -Sulfates oder -Phosphates mit Kieselerde und Kohle, z. B. nach den Gleichungen

$$Ba\,O + 2\,Si\,O_2 + 5\,C = Ba\,Si_2 + 5\,C\,O$$
$$Ba\,Si_2\,O_5 + 5\,C = Ba\,Si_2 + 5\,C\,O$$

Diese krystallinischen, bläulich-weissen Silicide geben in Berührung mit Wasser reinen Wasserstoff unter der Reaktion

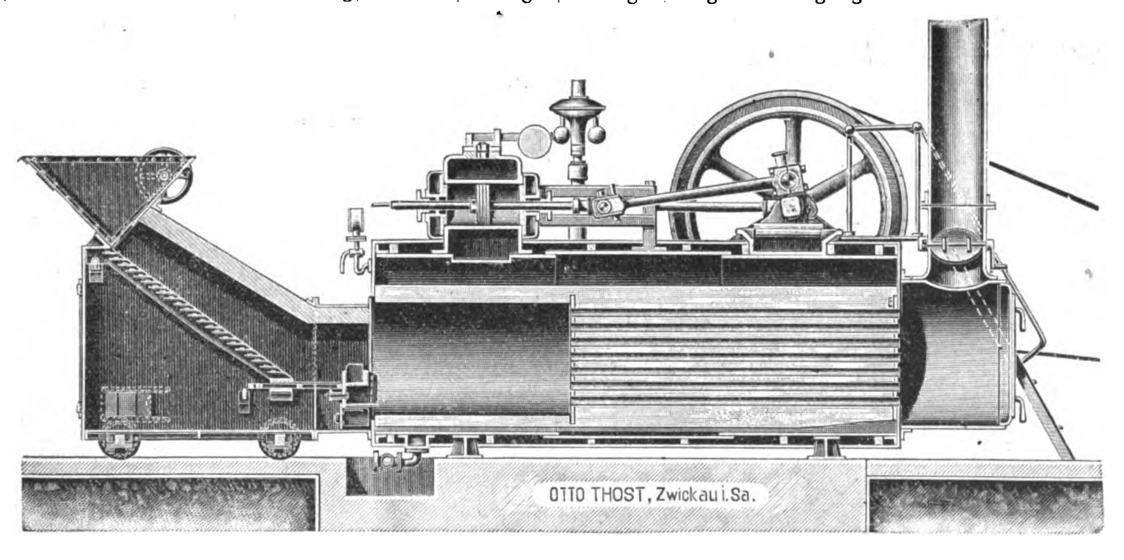
$$Ba\,Si_2 + 6\,H_2\,O = Ba\,(O\,H)_2 + 2\,Si\,O_2 + 5\,H_2$$

ab; so erzeugt 1 Pfd. Calciumsilicid in einem gewöhnlichen Acetylengenerator 18,5 Kubikfuss reinen Wasserstoff oder 54 Pfd. 1000 Kubikfuss. Die Silicide dürften sich hiernach zur Wasserstofferzeugung für Laboratoriumzwecke und zum Füllen von Ballons empfehlen. Als fernere Eigenschaft des Bariumsilicids wird seine Fähigkeit angeführt, geschmolzenes Eisen und Stahl von Phosphor und Schwefel zu reinigen, die in der Schlacke als Bariumsulfid bezw. -Phosphid ausgeschieden werden, was in Newark, New Jersey, angeblich vollständig gelungen ist. Auch sind die Silicide gute Reduktionsmittel in sauren und neutralen Lösungen.

Kleinere Mitteilungen.

Fahrbare Treppenrostfeuerung von Otto Thost, Zwickau.

Als einen der ersten Grundsätze für den Bau wirtschaftlich und rauchfrei oder wenigstens rauchschwach arbeitender Feuerungen hat man die Forderung aufgestellt, dass die Konstruktion des Rostes und des Feuerraumes der Natur des zur Verwendung kommenden Brennstoffes anzupassen ist. Insbesondere der Heizwert und die Stückgrösse des Brennstoffes müssen bei der Wahl der Feuerung, — ob Innen- oder Aussenfeuerung, ob Plan-, Schräg- oder Treppenrost, — sorgfältige Berücksichtigung finden. Während nun bei den meisten Kesselsystemen jede besondere Art der Feuerung fast gleich gut Anwendung finden kann, ist dies von der normalen Bauart des Lokomobilkessels nicht ohne weiteres zu behaupten. Die gewöhnliche Bauart des Lokomobilkessels mit Feuerbüchse und anschliessenden Heizröhren führt naturgemäss zur Anwendung einer Innenfeuerung mit einfachem Planrost. Diese Feuerungsart ist auch ganz zweckmässig, solange es sich um gute Steinkohlen von genügender Stückgrösse und um eine mässige Beanspruchung des Rostes handelt.



Nun sind aber auch diejenigen Fälle nicht selten, wo man einerseits, um die Anschaffungskosten möglichst gering zu halten, einen Lokomobilkessel zur Aufstellung bringen muss, während man anderseits zur Verminderung der Betriebskosten gern minderwertigen, billig zur Verfügung stehenden Brennstoff anwenden möchte. In diesen Fällen ist ein zweckmässiger Betrieb aber nur mit Hilfe einer Aussen- oder Vorfeuerung zu ermöglichen.

Die Firma *Otto Thost* in Zwickau hat nun für solche Fälle eine geeignete fahrbare Treppenrostfeuerung konstruiert, welche sich ohne Schwierigkeiten an jedem Lokomobilkessel anbringen lässt.

Wie obenstehende Figur erkennen lässt, ist der Treppenrost

mit einem Fülltrichter versehen, in welchem der Brennstoff aufgegeben wird. Durch ein Handrad kann mittels eines Schiebers die Oeffnung des Fülltrichters beliebig eingestellt und damit die Stärke der Rostbeschickung geregelt werden. Die Wände des Feuerraumes sind aus feuerfesten Steinen gebildet, wobei die Decke ziemlich nahe an den Rost gelegt wird, um die auf den oberen Roststufen entwickelten Kohlenwasserstoffgase mit Sicherheit in Berührung mit den hochglühenden Brennstoffteilen der unteren Roststufen zu bringen, wodurch eine vollständige und nahezu rauchfreie Verbrennung ermöglicht wird.

Da die Grösse der Rostfläche unabhängig vom Querschnitt der Feuerbüchse gewählt werden kann, so kann auch bei geringwertigem Brennstoff eine ausreichende Wärmeentwicklung erzielt werden, ohne den Rost zu stark anstrengen zu müssen.

Da ferner die ganze Feuerung auf einem Rollengestell ruht, also fahrbar ist, so kann die Feuerung bequem vom Kessel entfernt werden, sodass der Vorteil der Ausziehbarkeit des Röhrensystems für die Reinigung nicht im geringsten geschmälert wird.

Mit Hilfe der *Thost*schen Treppenrostfeuerung können Säge- und Hobelspäne, Holzabfälle, Lohe, Kohlenstaub und dergl. rauchfrei verbrannt werden. Diese Feuerung ist daher besonders Sägewerken, Möbelfabriken, Holzbearbeitungswerkstätten, Gerbereien, Lederfabriken u. s. w., welche Lokomobilbetrieb haben, sehr zu empfehlen. Auch wo billige Braunkohlen oder Kohlenabfälle billig zur Verfügung stehen, wird die *Thost*sche Feuerung wirtschaftliche Vorteile gegenüber der Verwendung teurer Steinkohlen erzielen lassen.

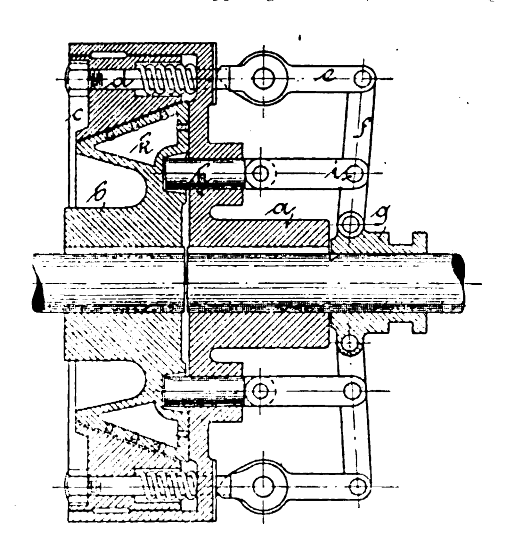
Die Anschaffungskosten der Feuerung betragen je nach Grösse der Lokomobile 500 bis 1500 Mk. *Hr.*

Rostbildungen an Flammenrohren infolge Abdecken des Feuers.

Das Abdecken des Feuers während der Ruhepausen im Kesselbetrieb, um die Wiederinbetriebsetzung zu erleichtern, kann nach Ansicht von Ingenieur *Reiff* (s. Mitt. a. d. Praxis d. Dampfkessel- und Dampfmaschinen-Betriebes 1903, S. 504) zu starken, örtlichen Rostbildungen auf der Wasserseite der Bleche Veranlassung geben. Unter Schilderung eines von ihm beobachteten Falles, wo die Bleche beider Flammrohre eines mit schlechtem Wasser gespeisten Dampfkessels in der Höhe der auf dem Rost ruhenden, überdeckten Kohlenschicht gänzlich zerfressen waren, erklärt *Reiff* diese örtliche Zerstörung damit, dass die Glut des abgedeckten Feuers hingereicht habe, um das Wasser auch während der Ruhepausen innerhalb eines schmalen Streifens in der Länge des Rostes zu beiden Seiten des Flammrohres zum Verdampfen zu bringen. Infolgedessen seien die zerstörenden Einflüsse des schlechten Speisewassers an diesen Stellen besonders stark und schnell zur Wirkung gekommen.

Eine neue Kupplung.

Eine neue, interessante Kupplung, die in ihrer Konstruktion die Vorteile der Klauenkupplung in Verbindung mit einer Reibungskupplung in geschickter Weise vereinigt, ist im American Machinist vom 28. März 1903 S. 389 beschrieben. Auf dem Ende der treibenden Welle ist die Kupplungshälfte *a*, auf dem gegenüber-



liegenden Ende der getriebenen Welle die mit einem Oelbehälter *k* versehene Kupplungshälfte *b* festgekeilt. Zwischen den Rändern von *b* und *a* wird der Reibungsring *c* verschoben, der an *a* vermittels der Schrauben *d* befestigt ist. Zur Verminderung der Reibung zwischen *b* und *c* lässt man aus der als Oelkammer ausgebildeten Scheibe *b* das Schmiermaterial durch kleine Löcher an die Reibungsfläche gelangen. In zwei Augen der Scheibe *a* sind die beiden Kupplungsbolzen *h* verschiebbar angeordnet und ihnen gegenüber befinden sich in der Scheibe *b* zwei Löcher, in welche die Bolzen *h* hineinpassen.

Die Wirkungsweise der Kupplung ist folgende: Angenommen sei zunächst die ausgerückte Stellung, wobei *c* keinen Reibungsschluss mit *b* hat und die Bolzen *h* sich ausserhalb der beiden Löcher von *b* befinden. Soll eingerückt werden, so wird die Muffe *g* gegen *a* verschoben; Punkt *i* ist dann, solange die Stirnflächen von *h* auf der Scheibe *b* gleiten, ohne in die Löcher einzuschnappen, als fester Drehpunkt anzusehen und vermittels des Hebels *b* und des Daumenhebels *e* wird der Bolzen *d* angezogen, wodurch der Ring *c* mit der Scheibe *b* in Reibungsschluss gelangt. Die Reibung zwischen *b* und *c* wird anfangs nicht gross genug sein, um eine völlige Mitnahme der Scheibe *b* zu erzielen, es wird also *c* und somit auch *a* gegenüber *b* solange voreilen, bis die Bolzen *h* in die entsprechenden Löcher von *b* einschnappen, wodurch eine sichere Kupplung zwischen *a* und *b* bewirkt wird. In demselben Moment bewegt sich aber auch der bisher als fest angenommene Drehpunkt *i* nach *a* hin, wodurch mit Hilfe der Hebelübertragung *f*, *e* und der Feder in *c* die Reibungskupplung gelöst wird. —

Beim Ausrücken des angetriebenen Wellenstranges wird die Muffe *g* von *a* entfernt; die Bolzen *h* kommen ausser Eingriff mit der Scheibe *b*, gleichzeitig tritt aber auch vermittels der Hebelübertragung *f* und *e* für ganz kurze Zeit der Reibungsring *c* in Tätigkeit und kuppelt *a* mit *b*, bis dass bei weiterem Vorgehen von *g* der Reibungsschluss zwischen *c* und *b* nun auch aufgehoben und die Kupplung gänzlich gelöst ist.

Bei dieser Konstruktion lässt sich also ein sanftes, vollkommen stossfreies Kuppeln der beiden Wellenstränge ermöglichen, weil zunächst die Reibungskupplung die Kraftübertragung einleitet, bis dass ein sicheres Mitnehmen der Scheibe *b* durch Einschnappen der Bolzen *h* gewährleistet ist.

Die Kupplung lässt sich nicht allein zum Aus- und Einrücken ganzer Transmissionswellen verwenden, sondern man könnte sie auch als Vorgelege für Werkzeugmaschinen benutzen, indem dann *a* als Riemscheibe ausgebildet ist und lose auf derselben Welle wie *b* läuft. Die Kraftübertragung würde dann mittels Riementriebes von *a* über *c* bezw. *h* nach *b* stattfinden. *A. K.*

Doppelschraubendampffähren für Eisenbahntransport.

Eigenartige Spezialschiffe zur Ueberführung ganzer Eisenbahnzüge über die Ostsee hat die *Schichau*sche Werft in Danzig erbaut. Die Hauptabmessungen einer dieser Fähren, der Doppelschraubendampffähre „Mecklenburg", die für Rechnung der Eisenbahndirektion „Schwerin" angefertigt und zur Beförderung der Eisenbahnzüge auf der Linie Warnemünde—Gjedser bestimmt ist, sodass die Fahrgäste nicht mehr nötig haben umzusteigen, und das Gepäck wie die Güter nicht mehr umgeladen werden brauchen, sind folgende: Länge 86 m, Breite über Spanten 14 m, grösste Breite über Scheuerleisten 17,7 m, Seitenhöhe mitschiffs 7 m, mittlerer Tiefgang voll beladen 4,12 m.

Das Schiff ist aus bestem *Siemens-Martin*stahl nach der höchsten Klasse des *Germanischen Lloyd* für grosse Küstenfahrt mit Eisverstärkungen erbaut und hat sieben wasserdichte, besonders verstärkte, bis zum Oberdeck reichende Querschotte. Auf dem Oberdeck befinden sich zwei Schienenstränge, die sich vorn und hinten zu einer Weiche vereinigen und zur Aufnahme der mitzunehmenden Eisenbahnwagen dienen. Zwischen den beiden Geleisen befinden sich mitschiffs die Maschinen- und Kesselschächte, seitlich zwei Deckshäuser, von denen das der Steuerbordseite den geräumigen Rauchsalon I. und II. Klasse, die Küche, Wirtschaftsräume und Kammern für Zollbeamte, das der Backbordseite, die Kammern für Kapitän und Offiziere sowie die Post- und Packeträume enthält.

Auf dem Verdeck sind zum Festlegen der Eisenbahnwagen starke, eiserne Ringbolzen, an den Enden der Geleise klappbare Puffer angebracht. Das vorn durch die Back abgeschlossene Oberdeck ist mit einer maschinell zu öffnenden Durchfahrt für die Eisenbahnwagen versehen.

In den seitlichen Häusern unter der Back sind Ankerlichtmaschinen und die Niedergänge zu den unter Deck gelegenen Mannschaftsräumen untergebracht. Auf dem Promenaden- und Oberdeck liegen dann ferner die zur Verpflegung und Unterbringung der Fahrgäste erforderlichen Räumlichkeiten, die mit der bei solchen Schiffen üblichen Eleganz ausgestattet sind.

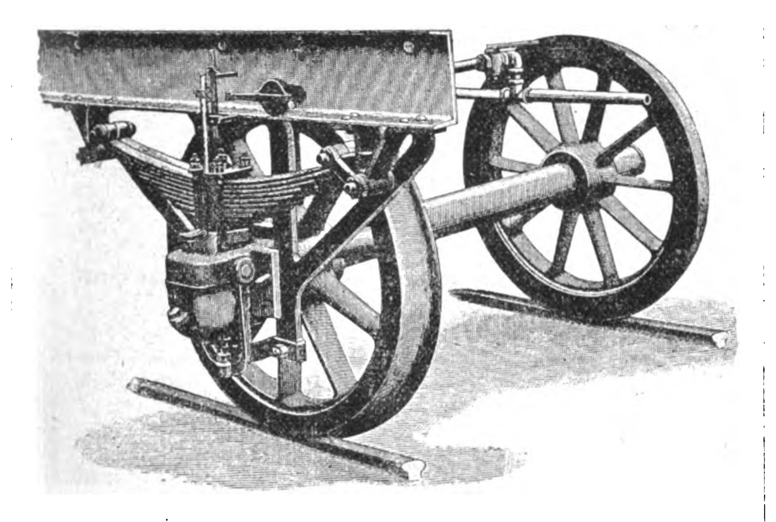
Die Fähre hat zwei dreifache Expansionsmaschinen von zusammen 2400 i. PS, die dem Schiff eine Geschwindigkeit von $13\frac{1}{2}$ Knoten verleihen, der erforderliche Dampf wird in zwei Doppelenderkesseln aufgebracht. An Hilfsmaschinen sind vorhanden: „Zwei Dampfankerspille, ein Dampfsteuerapparat, die Backhebemaschine zum Oeffnen und Schliessen der Eisenbahndurchfahrt im Vorschiff, zwei Dampfverholspille, Dynamomaschinen für den Betrieb der elektrischen Beleuchtung und der beiden Scheinwerfer."

Mit Rücksicht auf die beengten Hafenverhältnisse in Gjedser, die ein Drehen des Schiffes unmöglich machen und es daher zwingen,

diesen Hafen rückwärts zu verlassen, ist das Schiff ausser mit dem gewöhnlichen Heckruder noch mit einem grossen, kräftigen Bugruder versehen, das die Steuerfähigkeit der Fähre beim Rückwärtsfahren wesentlich verbessert.

Apparat zur selbsttätigen Auslösung der Eisenbahnbremsen.

Der „Revue Industrielle" entnehmen wir folgende Beschreibung eines Apparates, der von *Seile* erfunden ist und von der Firma *Ganz & Co.* gebaut und vertrieben wird. Er bezweckt die Anstellung der durchgehenden, selbsttätigen Bremse beliebiger Bauart an einem Fahrzeuge, welches durch aussergewöhnliche Stösse getroffen wird, sei es, dass diese von schlechter Gleislage oder einem sonstigen Schaden am Fahrzeug — Federbruch — herrühren. Der Apparat vervollständigt die Luftdruck- oder Luftsaugebremsen in sinnreich erdachter Weise. Wenngleich die durchgehenden Bremsen bei mannichfachen Anlässen selbsttätig wirken, worauf ihre hohe Betriebssicherheit beruht, so lehrt doch die Erfahrung, dass es eine grosse Menge von Schäden gibt, die nicht sofort selbsttätig die Bremse zur Wirkung bringen, und oft genug bemerken sowohl die Fahrbeamten wie auch die Reisenden die Gefahr zu spät, sodass dann grösseres Unglück kaum noch zu verhüten ist. In Erwägung dieser Gesichtspunkte und in Anbetracht der Verkehrsdichte und der hohen Fahrgeschwindigkeit der Züge, die die Gefahr mittelbar erhöhen, hat *Seile* die Anordnung getroffen, dass aussergewöhnlich starke, senkrechte Stösse, welche die Achse bei Entgleisungen, oder bei Schäden am Fahrzeug selbst treffen, nutzbar gemacht



werden, um ein Ventil der Bremsluftleitung zu öffnen, wodurch bekanntlich sowohl die Luftdruck- als auch Luftsaugebremsen in Tätigkeit treten. Das Prinzip des Apparates ist einfach: Die Achsbüchse mit dem Federbund befindet sich während der Fahrt in fortwährender relativer Bewegung zum Wagenlängsträger; wird diese Bewegung eine ungewöhnlich grosse, so ist dies ein Zeichen für eine Störung irgend welcher Art, die den Anlass zum Bremsen geben soll. Zu diesem Zweck machen — siehe die Abbildung — zwei auf einem senkrecht angeordneten, mit Skala versehenen Lineal feststellbare Knaggen die Bewegungen der Achsbuchse mit. Im Ruhezustande befindet sich genau in der Mitte zwischen beiden Knaggen das Ende eines Hebels, der das Ventil der Bremsluftleitung betätigt und in dieser Ruhelage bleiversiegelt ist. Findet eine ungewöhnlich grosse Bewegung der Achse nach oben oder unten statt, so nehmen die Knaggen den Hebel mit, wodurch das Ventil geöffnet und die Bremse angezogen wird.

Der Apparat wurde dem Versuch unterworfen. Im Werkstättenhof der Firma *Ganz & Co.* wurde ein Wagen, der mit einer Geschwindigkeit von 30 km in der Stunde fuhr, zum Entgleisen gebracht: Der Apparat wirkte sofort und brachte den Wagen innerhalb 7 m zum Stehen. Auf Grund dieses gelungenen Versuchs wurde der Apparat bei einem Personenwagen der ungarischen Eisenbahnen auf der Strecke Budapest—Györ eingebaut. Die Knaggen waren auf ein Spiel von 70 mm eingestellt: Eine unbeabsichtigte Wirkung des Apparates trat nicht ein, deren Befürchtung wohl hauptsächlich Ursache des einmonatlichen Versuchs war.

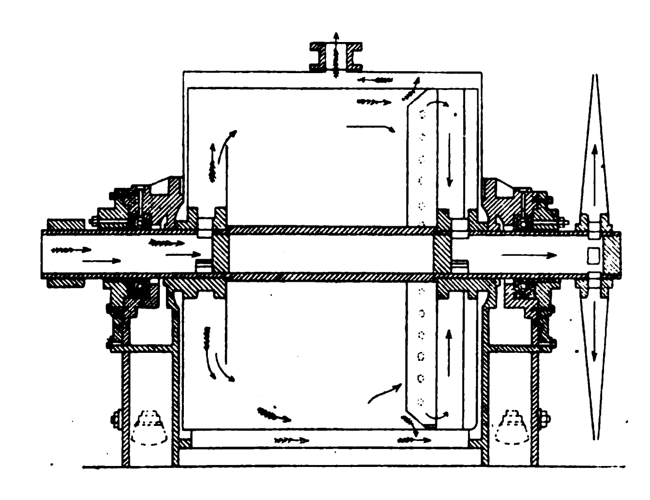
Die Aufgabe, die dieser Apparat in so einfacher Weise löst, ist schon mehrmals in umständlicherer Weise behandelt worden, sodass die Konstruktionen kaum zu Versuchen aufforderten. Der *Seile*sche Apparat erscheint uns der Beachtung wert, da in ihm ein wesentlicher Beitrag zur Eisenbahnbetriebssicherheit zu erblicken ist. Es ist nur wünschenswert, dass die Eisenbahnverwaltungen mit ihm eingehende Versuche anstellen, um so mehr, als deren Kosten nur sehr geringe sind. *Hans A. Martens.*

Separatore Mazza.

Der Separator „Mazza" bezweckt die Trennung von Gasgemischen verschiedener Dichtigkeit vermittels der Zentrifugalkraft in derselben Weise, wie vermittels der Zentrifuge die Trennung von Flüssigkeitsmischungen verschiedener Dichte bewirkt wird.

Der in untenstehender Figur dargestellte Apparat besteht aus einer schnell rotierenden Trommel, welche mit Oeffnungen an der äussersten Peripherie versehen ist; diese sollen hauptsächlich den infolge der Zentrifugalkraft sich am weitesten von der Drehachse entfernenden schwereren Gasen den Abzug gestatten, während andere Oeffnungen, welche sich an der Stirnseite der Trommel in beliebig zu wählendem Abstande von der Drehachse befinden, zum Abzuge der leichteren Gase dienen.

Nach den Angaben des Erfinders findet eine merkbare Trennung schon bei solchen Gasgemischen statt, deren Bestandteile nur geringe Dichtigkeitsunterschiede aufweisen, so z. B. bei der atmosphärischen Luft, deren Hauptbestandteile nur einen Dichtigkeitsunterschied von etwa 10 v. H. haben. Es soll nämlich die zentrifugierte Luft bereits dermassen mit Sauerstoff angereichert sein, dass sie zur Besserung der Feuerung von Dampfkesseln angewendet, eine Ersparnis an Kohlen bis zu 23 v. H. ergeben haben soll.



Der Zentrifugierung gewisser Gasgemische stellen sich manchmal Schwierigkeiten entgegen, welche nur durch die Annahme einer gewissen Affinität der Bestandteile zu einander erklärt werden können; so z. B. soll es viel leichter gelingen, die Kohlensäure aus einem Gemisch von gleichen Teilen von Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff abzuscheiden, als aus einem solchen Gemisch von Kohlensäure, Kohlenoxyd und Stickstoff, woraus auf eine gewisse Affinität zwischen Kohlensäure und Kohlenoxyd geschlossen werden muss.

Der Erfinder verspricht sich auch bedeutsame Umwälzungen in der gesamten Gastechnik von der Anwendung seines Separators, indem hierdurch das Gas nicht nur gereinigt werden kann, sondern auch die bisher schwer zu trennenden Gasgemische in der einfachsten Art den geeignetsten Verwendungszwecken der einzelnen Gase entsprechend getrennt werden können.

Als weitere Anwendung dieses Separators ergibt sich die Trennung und Entfernung der Grubengase aus der Luft der Bergwerke, wodurch schlagende Wetter verhindert werden würden.

Eine der wichtigsten Anwendungen wäre aber die auf die Hochofengase, deren Verwertung in jüngster Zeit in den Vordergrund des Interesses getreten ist. Hierbei wird hauptsächlich die Kohlensäure und, was das Wichtigste ist, der Staub entfernt werden, sodass das zentrifugierte leichtere Gasgemisch zum unmittelbaren Verbrauch in Gasmaschinen verwendbar sein würde.

Alle Anwendungsgebiete dieses Separators hier aufzuzählen würde zu weit führen, doch dürfte, wenn sich die Angaben des Erfinders bestätigen, was durchaus wahrscheinlich ist, dem „Separatore Mazza" eine glänzende Zukunft bevorstehen.

Durch Hintereinanderschaltung mehrerer solcher Separatoren würde sich wohl auch eine noch weitergehende Trennung der Gase erzielen lassen, sodass das Problem der direkten Sauerstofferzeugung aus der Luft auf diese Weise in einfachster Weise lösbar erscheint. *Dr. K.*

Franks Rechenschieber.

Der Einskala-Rechenschieber von Dr. ing. *Frank*, welchen *A. Martz* in Stuttgart in den Handel bringt, unterscheidet sich von den bisher üblichen Hilfsmitteln dieser Art dadurch, dass seine Skala auf die doppelte Länge gebracht ist, wodurch eine grössere Genauigkeit gegenüber den bisher üblichen Systemen erreicht wird. Wenn sich nun auch über den Wert dieser Massnahme streiten lässt, da diese grössere Genauigkeit auf Kosten gewisser

anderer Vorteile erkauft ist, so lassen sich doch die meisten Rechenoperationen, welche auf den alten Rechenschieber ausgeführt werden können, auch auf dem neuen mit entsprechend grösserer Genauigkeit ausführen.

Die doppelte Länge der Skala erzielt der Erfinder dadurch, dass die untere Skala fortgelassen ist, und ihr Raum für die obere mit benutzt wird, sodass die untere die Fortsetzung der oberen bildet. Die Zunge enthält dieselbe Skala in entgegengesetzter Reihenfolge, die ebenfalls (500 mm lang) auf die obere und untere Seite verteilt ist. Die Multiplikation und Division lassen sich so in sehr einfacher Weise ausführen, indem eine direkte Ablesung reziproker Zahlenwerte beide Rechnungsoperationen identisch macht. Auch das Potenzieren und Radizieren ist bei einiger Uebung mit erwünschter Schnelligkeit noch ausführbar.

Ob die Fortlassung der *sin* u. *tg* = Teilung ein Vorteil ist, muss dem Bedürfnisse des Rechners überlassen werden.

Die Teilung ist sauber und präzis, wodurch die grössere Genauigkeit auch wirklich garantiert ist, so dass das Instrument allen denjenigen zum Gebrauch empfohlen werden kann, denen es bei dieser Art der Rechnung um grössere Genauigkeit zu tun ist.

Maseras Patent-Arithmometer

benutzt statt der Zunge ein kontinuirliches Stahlband, welches eine doppelte Teilung enthält nnd über zwei Rollen neben der festen Skala verschoben werden kann.

Das vorliegende Exemplar enthält nur zwei Skalen, eine feste und eine bewegliche und ist daher in der Hauptsache nur für Multiplikation und Division berechnet.

Indessen lässt sich das Prinzip des endlosen Bandes auch ohne weiteres auf vier Skalen ausdehnen. Die Anbringung einer *sin* und *tg* Teilung, sowie einer solchen für die Auffindung von Logarithmen, dürfte aber einige Schwierigkeiten machen, welche nur durch Mitbenutzung der Mitte des endlosen Bandes oder zweier gekuppeller Bänder zu lösen wären.

Die Teilung ist, weil auf Metall ausgeführt, sehr exakt, doch lässt die Trennungslinie beider Teilungen in dem vorliegenden Exemplar noch einige Unregelmässigkeiten erkennen, die sich bei sorgfältiger Ausführung, bei der auch auf noch sanfteren Gang des Bandes Gewicht zu legen wäre, wohl leicht vermeiden lassen würden.

Den Wunsch des Erfinders, sein Arithmometer auch in die Volksschulen eingeführt zu sehen, möchte ich indessen nicht teilen, da das Rechnen in der Schule doch wohl hauptsächlich den pädagogischen Zweck verfolgen soll, das Denkvermögen des Schülers zu schärfen, ein Zweck, der ja leider bei der heutigen Lehrweise schon vielfach verkannt wird, der aber bei Einführung eines mechanischen Rechenmittels vollständig illusorisch werden würde, und die Schüler schliesslich zu Maschinen machen dürfte, die sich über die Vorgänge bei derartigen Rechenoperationen keine Rechenschaft zu geben im Stande wären, und sie daher zur Auffindung neuer Rechenoperationen vollständig unfähig machen würde. Von einem fertigen Gebäude kann das Gerüst getrost abgerissen werden, aber wehe dem, der ein Gebäude ohne Gerüst bauen will.

Dr. K.

Bücherschau.

Handbuch der Eisen- und Stahlgiesserei. Von *A. Ledebur*, Geh. Bergrat. 3. neubearbeitete Auflage. Leipzig 1901. Bernh. Friedr. Voigt.

In der neuen Bearbeitung des bekannten Handbuches sind nach dem Vorwort des Verfassers die Fortschritte der Eisen- und Stahlgiesserei im letzten Jahrzehnt nach Möglichkeit berücksichtigt worden. Auch in den Giessereien hat in dieser Zeit in weit umfänglicherem Masse als früher ein Ersatz der Handarbeit durch Maschinen sowohl bei der Herstellung der Gussformen als auch bei der Aufbereitung der Formmaterialien, der Bedienung der Schmelzöfen, dem Putzen der Gusswaren und bei anderen Einrichtungen stattgefunden und mit der gesteigerten Erzeugungsfähigkeit der Giessereien haben auch die Grundsätze für deren Einrichtung eine Aenderung erfahren. Nach unserer Ansicht würde das als sehr brauchbar bekannte Buch für den Betriebsingenieur, für den es ja nach dem Titelblatt in erster Linie bestimmt ist, noch wesentlich gewinnen, wenn einerseits eine Kürzung z. B. der Modellformerei eintreten würde und andererseits eine Erweiterung z. B. bei den Formmaschinen. Auch für die Stahlgiesserei dürfte bei ihrer heutigen Bedeutung eine etwas erweiterte Behandlung für den Betrieb erwünscht sein. Es ist zwar in reichlichem Masse auf die vorhandene Litteratur, auf Patentschriften u. s. w. verwiesen, aber bei den heutigen gesteigerten Anforderungen ist für den Betriebsingenieur sehr häufig nicht die Zeit vorhanden, sich diese zu beschaffen und durchzuarbeiten. Gegen die frühere Auflage weist die neue Bearbeitung in äusserlicher Beziehung die Aufnahme aller Abbildungen in den Text auf, was für den Leser von entschiedenem Vorteil ist; leider haben aber einzelne Figuren ihre Deutlichkeit eingebüsst. Trotz der erwähnten wünschenswerten Aenderungen kann aber das sonst ausgezeichnete Handbuch den beteiligten Kreisen bestens empfohlen werden. *Wr.*

Neuere Bauweisen und Bauwerke aus Beton und Eisen. Von Ingenieur *Fritz von Emperger*. 5. Heft, Wien 1902, Letzmann & Wentzel.

Seit dem Jahre 1901 gibt *Fritz von Emperger* in Wien eine Reihe von Heften heraus, die die Fortschritte im Betoneisenbau behandeln. Diese Hefte haben eine Fülle von interessantem Material gebracht, sodass der Wunsch rege geworden war, sie fortab als ein periodisch erscheinendes Fachblatt regelmässig fortzusetzen. Die Aufgabe dieses Fachblattes soll es sein, diesem technischen Wissenszweige eine internationale Heimstätte zu schaffen, in der sich die Ansichten und Ausführungen der Fachleute aller Länder über den Betoneisenbau zu gemeinsamem Nutzen vereinigen lassen. Der hiermit in den vorliegenden fünf Heften bereits gemachte Anfang ist jedenfalls recht erfreulich und vielversprechend, sodass bei der Wichtigkeit des Gegenstandes und dem von ihm in Anspruch genommenen allgemeinen Interesse der weiteren Entwicklung des Unternehmens mit Spannung entgegengesehen werden darf.

Rauter.

Eingesandt.

Der Deutsche Mechanikertag, die von der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik alljährlich veranstaltete Versammlung der Jünger und Freunde der Präzisionstechnik, wird in diesem Jahre zu Ilmenau am 14., 15. und 16. August stattfinden. Die Beratungen werden sich in Fortsetzung früherer Verhandlungen auf die Lehrlingsausbildung und die Stellung des Faches zu der Handwerkskammer beziehen. Ferner steht eine Stellungnahme zu den Handelsverträgen auf der Tagesordnung, sowie ein Bericht über die Beteiligung an der Weltausstellung in St. Louis 1904. Da die Versammlung am Sitze des Vereins Deutscher Glasinstrumenten-Fabrikanten stattfindet, so behandeln die wissenschaftlichen Vorträge Fragen der Temperaturmessung und der Glastechnik.

— Nähere Auskunft erteilen der Geschäftsführer der D. G. f. M. u. O., Herr A. Blaschke (Berlin W. 30, An der Apostelkirche 7b), und der Geschäftsführer des Ortsausschusses, Herr O. Wagner in Ilmenau, Wörthstrasse 14.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 34. Berlin, 22. August 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Die Kartenschlagmaschine für französischen Feinstich.

Von **M. R. Köhler.**

Wenn wir unter den verschiedenen Systemen der mit Schnurenwerk versehenen Kartenschlagmaschinen Umschau halten, so müssen wir gestehen, dass seit dem Erbauen der ersten Maschine dieser Art sehr wenig nennenswerte Fortschritte in ihrer weiteren Ausbildung gemacht worden sind. Den Franzosen gebührt die Ehre, diejenigen gewesen zu sein, welche die erste wesentliche Umgestaltung dieser wichtigen Hilfsmaschine hervorbrachten. Mit dieser Neukonstruktion sollten natürlich zugleich auch Verbesserungen ins Leben treten, deren praktischer Wert bisher in den verschiedenen Industriezentren Deutschlands und des Auslandes eine sehr verschiedenartige Beurteilung fanden. Abgesehen von den beiden französischen Feinsticharten, dem *Vinzenci-* und dem *Verdol*stich selbst, welche eben so gut wie jede andere Neuerung auf maschinellem Gebiete auf Freunde und Gegner stiessen, suchte und fand man bei der Aufnahme dieser neugestalteten Schlagmaschinen in der Praxis Mängel verschiedener Art.

Der Kernpunkt aller dieser Untersuchungen und Erörterungen gipfelt in der aussergewöhnlichen Feinheit des Stiches, welcher die Veranlassung zu feinen, empfindlichen Organen in diesen Maschinen wurde.

Betrachten wir nun fragliche Schlagmaschinen, so finden wir, dass bei ihnen mit den Grundsätzen der alten und der ersten deutschen Konstruktion völlig gebrochen worden ist. Obgleich die ursprüngliche Bauart sehr weit verbreitet ist, so ist sie doch nicht überall bekannt. Zum Verständnis der französischen Konstruktion müssen wir die alte in ihrem Hauptteile erläutern (Fig. 1). Sie diente ursprünglich dem Lyoner (Chemnitzer) Grobstich, wie ihn Altmeister *Jacquard* geschaffen hat, fand Aufnahme beim Wiener und englischen Feinstich, sowie dem Conglomerat der Elberfelder, Schweizer und mit Knotenschnuren, an Stelle von hölzernen oder eisernen Schwingen (Platinen), arbeitenden englischen Brüsselmaschinen. Erst vor etwa 9 Jahren wurde sie auch für den *Vinzenci*stich in Chemnitz umgemodelt.

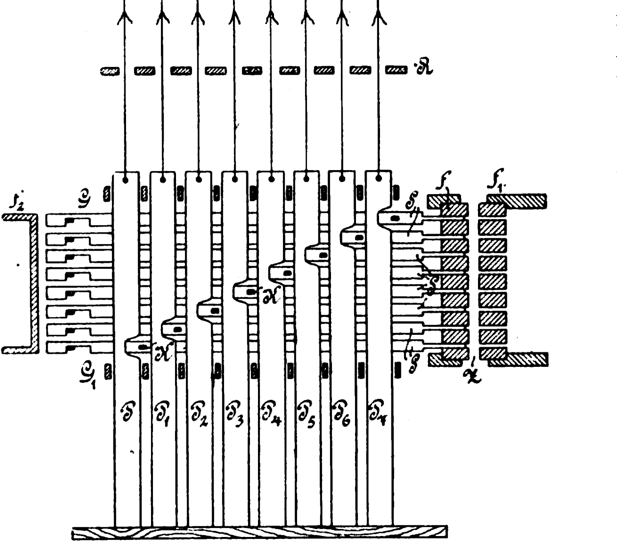


Fig. 1.

Bei dieser Bauart werden die Stössel S (Fig. 1), welche die Löcher in der *Jacquard*karte erzeugen, so in Tätigkeit gesetzt, dass sie positiv wirken. Die Stössel S, wovon bei dem Lyoner Grobstich 8 für 400 und 12 für 600 Maschine, bei dem Schweizer und Elberfelder Sondergrobstich 10, dem Wiener Feinstich 16 in der senkrechten, sogenannten kurzen Reihe übereinander gelagert sind, tragen kleine Nasen bezw. Knöpfe K. In geordneter Folge sind diese Stössel wiederum eingeschichtet in senkrechte, flache, eiserne Platinen P, welche ihrerseits Einschnitte aufweisen, die im Ruhezustande der Platinen P den Stösselknöpfen K gegenüberstehen. An den Platinen P sind selbstverständlich oben die nach den Sempern und der Kopiermaschine führenden Schnuren befestigt, in welch erstere das Muster eingelesen ist. Wird nun die Schnur vor dem Schlagen des Kartenblattes entweder mittels des Sempers von Hand oder mit Hilfe der Kopiermaschine hochgezogen, so geht mit der Platine P auch ihr ausgesparter Einschnitt in die Höhe und die Knöpfe K können sich an die Platine selbst anlegen. Die Stössel S sind am geschärften, vorderen Ende in einer Führungsplatte f gelagert, der eine zweite Platte f_1 mit genau denselben Bohrungen gegenübersteht. In den Zwischenraum Z wird das zuschlagende Kartenblatt eingelegt. Es erfolgt mittels Umdrehung einer Kurbel bezw. vermöge von Exzentern und Hebelübersetzung von vorn ein Druck auf die beiden Führungsplatten f und f_1. Dieselben bewegen sich wagerecht in Coulissenführung mit dem zwischen ihnen gelagerten Kartenblatt gegen die Stössel. Diejenigen Stössel, welche nicht lochen sollen, werden durch das Blatt zurückgedrängt. Ihre Knöpfe können in die Einschnitte der Platinen P eintreten und so dem Kartenblatt ausweichen, dagegen treten nunmehr die Stössel der hochgezogenen Platinen P in die Tätigkeit des Lochens ein, da sich ihre seitlichen Nasen gegen die hochgezogenen Platinen stemmen. Nachdem sämtliche Platinen wieder eingefallen und die etwa sitzengebliebenen durch einen oberhalb derselben angebrachten Rechen R in ihre Ruhelage, dem tiefsten Standpunkte, niedergedrückt worden sind, nachdem ferner ein neues Kartenblatt eingelegt und der nächste Zug erfolgt ist, wiederholt sich das Spiel solange, bis das ganze Muster geschlagen ist. Die Platinen P bis P_7 sind zur Sicherung ihrer senkrechten Lage zwischen 2 eiserne Gitterroste G und G_1 gelagert. Die Stössel S, welche in ihrem hinteren Ende übrigens ebenfalls mit Einschnitten in einem Führungs- und Ordnungsgitter laufen, werden mittels der vollen Platte f_2 von hinten in ihre alte vordere Stellung zurückgebracht.

Ganz anders verhält sich dieses Spiel der Stössel bei der französischen Neukonstruktion für oben genannte Feinsticharten. Während die Stössel bei der deutschen Schlagmaschine im Ruhezustand bereits positiv feststehend ihren

Standpunkt zum Lochen der Karte einnehmen und erreicht haben, ist dies bei der französischen Schlagmaschine nicht der Fall. Hier kennzeichnet sich der wesentliche Unterschied. Bei letzterer Bauart müssen sie nach erfolgtem Semperzug zunächst erst einen kurzen Weg beschreiben, bevor sie bereit sind, in die Tätigkeit des Lochens selbst einzutreten; dies hat seine guten Gründe.

Wir müssen hier zunächst die Veranlassung kennzeichnen, aus welcher diese Neukonstruktion hervorging. Das Einlesen der Muster, das sogen. Levieren, ist eine mühsame, zeitraubende, kostspielige und nur im Verlaufe von mehreren Jahren zu erlernende Arbeit. Die neuzeitliche Weiterentwicklung der Kunstweberei in den letzten 25 Jahren hat im Verein mit dem raschlebigen Kaufmannsgeiste das Bestreben schnellster Produktion gezeitigt, aber auf der andern Seite auch Gewebe, welche in ihrem inneren Aufbau so vielerlei verschiedene Bindungen und eine so verwickelte Technik aufweisen, dass nur die geübtesten und gewandtesten Liseure imstande sind, die Levierarbeit fehlerfrei zu verrichten. Die Stoffe und Muster, welche wir hierbei im Gedächtnis führen und die man volkstümlich mit dem unkorrekten Ausdruck „Gobelinstoffe" bezeichnet, die aber in ihrer Technik mit Gobelins garnichts gemein haben, sind mehrfache, verbundene Gewebe mit partienweise wechselnden Bindungsarten, aber gewöhnlich ohne etwaige, figurmässig gesetzte Einzelbinder. Sie erfordern seitens der Levierer die aufmerksamste geistige Tätigkeit. Es entstand also das praktische Bedürfnis, auf Mittel und Wege zu sinnen, um diese schwierige, kostspielige und zeitraubende Arbeit zu vereinfachen und die geistige Tätigkeit des Levierers in eine rein mechanische umzuwandeln. Dies war der leitende Grundgedanke zu der Neukonstruktion. Dass dieses Ziel vollkommen erreicht sei, kann niemand behaupten. Es ist das einfach unmöglich, wie wir im weiteren sehen werden.

Fig. 2 zeigt einen schematischen Längsschnitt einer solchen neuen Maschine. Z ist der eingelesene und eingehängte Semper (Zampel), W die ihn anstreckende Walze, D sind Gitter bezw. Harnischbretter, welche das ganze Semperwerk in Ordnung zu halten bestimmt sind. R sind Roste mit eingelagerten Laufrollen, in deren Nuten die einzelnen Semperschnuren Z laufen; G sind Glasroste, die demselben Zwecke dienen. X sind Gewichte (Bindeisen) zum Anstrecken der Semperschnuren Z_1, um letztere in ihrer Lage straff zu erhalten bezw. um sie in ihre Ruhelage nach geschehener Arbeit, also nach dem erfolgten Zuge zurückzubringen. X_2 sind Sempergewichte, welche das Heben der Stössel S durch Anstrecken der Stösselschnuren Z_1 besorgen; gleichzeitig dienen sie aber als Bindeeisen für die Jacquardmaschinen B und C und bringen deren Platinen in ihren tiefsten Stand, in die Ruhelage zurück. Die Pfeile

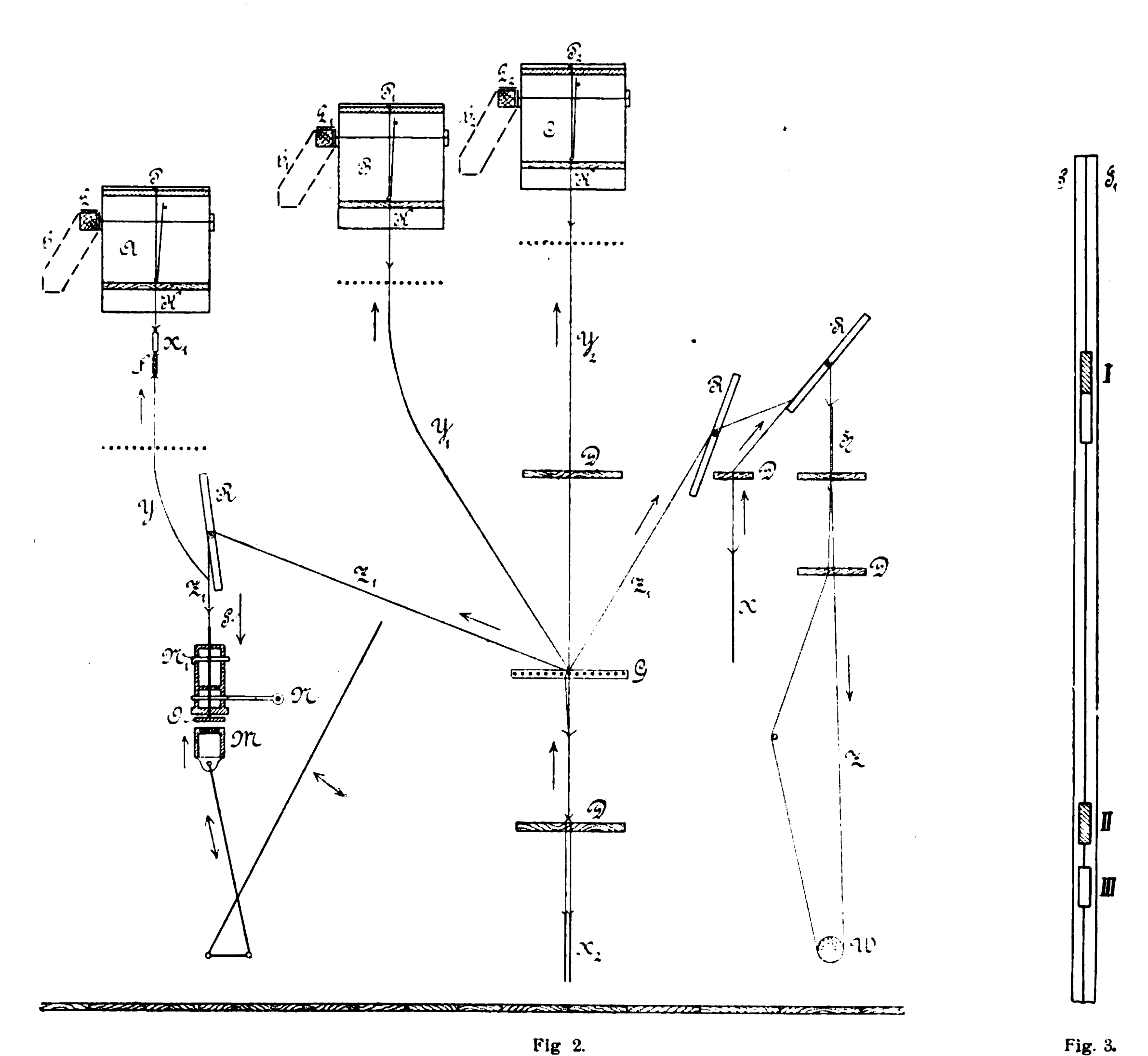


Fig 2. Fig. 3.

zeigen die Bewegungsrichtungen, während sämtliche Maschinen arbeiten und eine Semperschnur gezogen wird, wovon in Fig. 2 der Uebersichtlichkeit wegen nur eine einzige mit ihren zugehörigen Rollen und ihrem Stössel gezeichnet ist.

A, B und C sind drei Jacquardmaschinen; P, P_1 und P_2 deren Schwingen (Platinen). Die Haken der Platinen P von Jacquardmaschine A stehen nach hinten, also entgegengesetzt, als gewöhnlich; L, L_1 und L_2 sind deren Jacquardzylinder; b, b_1 und b_2 die aufgelegten Bindungskarten, K ihre Kordeln. X_1 sind Bindegewichte für die Schwingen P der Maschine A, die dazu bestimmt sind, die Schwingen beim Einfallen der Maschine A in ihren tiefsten Stand zurückzubringen. Sie verfolgen also genau denselben Zweck, wie die Harnischeisen einer Jacquardvorrichtung, sind aber infolge Raummangels nur kurz und stark geformt. f sind kurze Zugfedern, dieselben sind zwischen die Bindeeisen X_1 und die Stösselschnuren Y eingeschaltet, um die Längenunterschiede der Schnuren Y bei erfolgendem Auftritt der

*Jacquard*maschine A auszugleichen, da die Maschine A mehr hebt, als der Weg der Stössel beträgt. Ausserdem sollen die Stösselschnuren Y vor Bruch, und die Stössel vor seitlicher Verbiegung geschützt werden. Da der Messerkasten und mit ihm die Platinen P der Maschine A beim Hube diesen grösseren Weg zurückzulegen haben, als die durch sie bindungs- oder mustergemäss hochgezogenen Stössel, so können die Schnuren Y nicht straff angeschnürt werden.

S sind die bei diesem Systeme lotrecht angeordneten Stössel, welche zum Lochen der Karte dienen. Ihre Form zeigt Fig. 3 in einem zusammengehörigen Paare in der zum Schlagen fertigen Stellung. Sie besitzen drei Ausschnitte. Der oberste Ausschnitt I dient lediglich ihrer Führung in einem Kamme N_1, welcher von vierkantigen Eisenzähnen gebildet wird. Die Stössel sind reihenweise auf diesen Kamm geschichtet und zwar immer je zwei kurze Reihen zu je 16 Stössel auf einen Zahn. Der oberste Ausschnitt I entspricht in seiner Länge dem vollen Wege, welchen das Stössel bei seinem Hube zu beschreiben hat. Die Höhe der Zähne dieses oberen Führungskammes N_1 ist natürlich eine viel geringere. Sie beträgt 8 mm, sodass das Stössel sich 22 mm in der Senkrechten bewegen kann, und zwar im Beginn der Arbeit zunächst nach abwärts. Nach dem unteren, also dem halbrund ausgeschliffenen, geschärften Ende des Stössels zu, befinden sich zwei weitere Ausschnitte II und III von je $13^1/_2$ mm Länge mit einem festen Zwischenraum von 8 mm. Das Stössel ist ferner oben, in der Mitte und unten am Arbeitsende, durch gelochte Platten geführt, welche in ihrer Teilung genau dem Stiche der *Jacquard*maschine entsprechen müssen. Der Platte O gegenüber ist die im Stich genau gebohrte Schlagplatte M gelagert. Auf diese letztere wird das zu schlagende Kartenblatt gelegt. Der ganze Arbeitsgang der Maschine ist nun der folgende:[1])

Sobald eine Schnur des Sempers Z gezogen wird, heben sich ihre zugehörigen Gewichte X und X_2, die nach dem Stössel S führende Stösselschnur Z_1 wird locker, das Stössel S fällt zufolge seines eigenen Gewichtes herab, tritt in der Platte O soweit vor, dass sein geschärftes Ende mit der unteren Fläche der Platte O in einer Ebene liegt. Nunmehr zieht der Kartenschläger einen bis jetzt noch nicht erwähnten, zweiten eisernen Kamm N mittels eines Handgriffes durch die Stössel hindurch, dessen vierkantige Zähne in den Ausschnitt II der Stössel passen. Nicht völlig eingefallenen Stösseln wird gegebenen Falles mit der Hand nachgeholfen, verbogene werden ausgerichtet. Ist Alles in Ordnung und der Rechen N hindurchgezogen, so ist hiermit das Muster des betreffenden Zuges und Blattes durch diesen Kamm N gesichert aufgelesen. Die Stössel, welche zur Arbeit kommen sollen, stehen starr, da der Kamm N während des Schlagaktes mit der Hand festgehalten und durch ein besonderes Exzenter nebst Hebelzuhaltung in seiner zweiten Stellung gesichert ist, die erst wieder freigegeben wird, wenn der Schlag vorüber ist. Derselbe erfolgt durch einen Hebeldruck. Während dieser Tätigkeit bewegt sich die in Gleisen geführte, niedere Schlagplatte M mit dem Kartenblatte nach oben und presst das letztere an die obere Platte O an. Letztere nimmt die aufwärts gerichtete Bewegung auf, da auch sie beiderseitig in Gleisen gleitet, die naturgemäss gefallenen und durch den Kamm N festgehaltenen Stössel treten hervor und durchstossen die Karte, während die vorher nicht gefallenen Stössel oben blieben und die Karte gar nicht berühren.

Wir kommen nun zu dem Zweck der 3 *Jacquard*maschinen, und zwar zunächst zur Maschine A. Dieselbe soll ebenso wie die anderen 2 Maschinen B und C Ersparnisse an Patronier- und Levierarbeit dadurch bringen, dass z. B. *in der Patrone nur die Figur in einer Farbe, ohne jede Bindung gemalt und auch nur diese Figur voll leviert wird.* Das Einpressen der erforderlichen Bindungen besorgen die Maschinen.

Dies hat natürlich seine Grenzen, die ziemlich enge sind. Nehmen wir als einfachstes aller Beispiele an, es wäre ein *Jacquard*stoff auszuführen, dessen Figur in 4 bindigem Kettenköper, und dessen Grund in 4 bindigem Schussköper herzustellen wäre, so würde man nur die Figur voll, ohne jede Bindung patronieren, nur die Figur levieren, auf Maschine B eine 4 bindige Schussköperkarte, und auf Maschine A eine 4 bindige Kettenköperkarte auflegen, da letztere infolge ihrer umgekehrten Haken negativ wirkt. Bei dem Ziehen jedes Zuges müssen die Maschinen A und B aufgetreten und dann ausgepresst werden. Maschine B veranlasst, dass durchaus also im Grunde und in Figur 4 bindiger Schussköper geschlagen wird. In der Figur stört dies nicht, da die Figur sowieso bereits voll genommen und gezogen war, infolgedessen auch der durch Maschine B gelassene dreifache Schussbindergrad (Weiss und ╳ in Patrone I) aufgehoben ist. Der für den

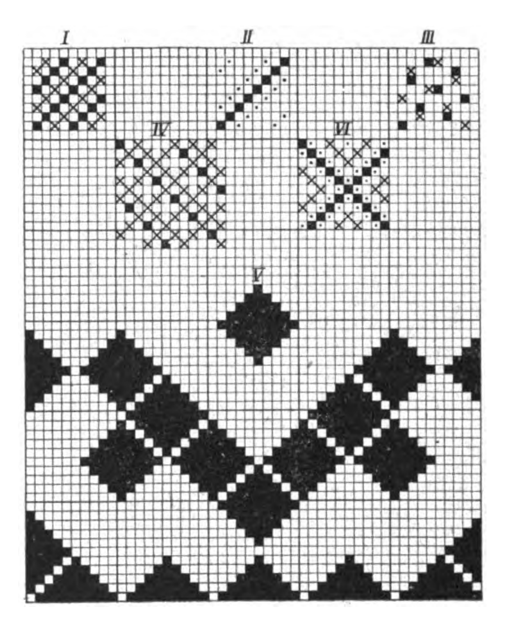


Fig. 4.

Schussgrund zur Wirkung kommende Kettenköpergrad (Schwarz in Patrone I) fällt aber mit den genommenen Kettenbindern der Figur zusammen, da diese voll gezogen war. Die Leseweise für die Bindungskarte von Maschine B muss demnach lauten: „Schwarz genommen!" — Diejenige für die Bindungskarte zu Maschine A aber: „Schwarz und Weiss genommen!" — Die Maschine A trifft infolgedessen nur die Auslese in der Figur. Sie zieht jeden vierten vom Semperzuge her bereits genommenen Stössel = ⊠ zurück, so dass er nicht mit fallen und lochen kann. Im Grunde stimmen die Binder auch wieder, denn: „╳ auf Maschine B gelassen," ist gleichwertig mit: „╳ auf Maschine A gelassen = hochgezogen."

Hieraus ist bereits zu ersehen, wie die Technik der Stoffe beschaffen sein muss und wie die Bindungen einzurichten sind, deren Karten auf diesem Wege hergestellt werden sollen.

Selbstverständlich müssen die Bindungskarten in der richtigen Binderfolge aufgelegt werden. Ist der Anfang richtig und setzen die Karten regelmässig fort, so muss das ganze Muster richtig ausfallen. Bei dieser Methode des Kartensschlagens gilt für Gewebe mit einer Kette und einem Schuss der Grundsatz: „Die Bindungen für Grund und Figur müssen so gewählt werden, dass sich die einzelnen Binder, die im Gewebe den Bindungseffekt erzeugen, nicht begegnen und gegenseitig aufheben." Diese negative Wirkungsweise kann aber andererseits wiederum bei anderen Stoffen, z. B. mehrfachen verbundenen Hohlgeweben dazu benützt werden, um die Gewebe mittels einzelner bestimmter Bindergrade zu verbinden. Auf keinen Fall dürfen die durch Maschine B und C erzeugten Binder durch diejenigen von Maschine A sämtlich aufgehoben werden.

Im allgemeinen müssen die Bindungen so zu einander gestellt sein, wie es das Beispiel von Patrone I zeigt. Auch der Grad der Bindungen muss in diesem Falle und aus obigem Grunde bei Köper nach ein und derselben Richtung laufen, eine Beschränkung, welche nicht jeder Stoff des vollen, richtigen Ausfalles wegen gestattet. Wir erinnern hierbei nur an Kleiderstoffe, Decken u. dergl., wobei rechts-

[1]) Wir wollen hierbei des leichteren Verständnisses wegen zunächst auf den Zweck der 3 *Jacquard*maschinen A, B und C nicht eingehen.

und linksdrähtige Garne in Frage kommen, deren beabsichtigter Effekt hierbei verloren gehen würde.

Patrone II zeigt ein Beispiel für 4- und 8bindigen Köper, Patrone III ein solches für 8bindigen Atlas, bei dem aber bereits Schuss- und Kettatlas im Grade entgegengesetzt laufen. Patrone IV zeigt ein demonstrativeres Beispiel von 12bindigem Schussatlas in Verbindung mit 4bindigem Kettenflechtköper und Patrone V mit VI ein solches für verbundenes zweifaches Hohlgewebe, Nachfolgend die Dispositionen zu Beispiel III—V:

Beispiel III:

Voraussetzung: 1 Kette und ein Schuss.
Grund des Gewebes: 8bindiger Kettatlas.
Figur des Gewebes: 8bindiger Schussatlas.
Patrone: Figur voll gemalt ohne Bindung.
Leseweise für die Figurpatrone: Grund alles genommen.
Wirkung beim Schlagen: Ganzer Grund kommt voll, Figur bleibt alles.
Bindungskarten:
Maschine *A*: 8bindiger Kettatlas = Weiss und Schwarz genommen.
Maschine *B*: 8bindiger Schussatlas = Schwarz genommen.

Beispiel IV:

Voraussetzung: 1 Kette, 1 Schuss.
Grund des Gewebes: 4bindiger Kettflechtköper.
Figur des Gewebes: 12bindiger Schussatlas.
Patrone: Figur voll gemalt ohne Bindung.
Leseweise für die Figurpatrone: Grund alles genommen.
Wirkung beim Schlagen: Ganzer Grund kommt voll, Figur bleibt Alles.
Bindungskarten:
Maschine *A*: 4bindiger Kettenflechtköper = Weiss und Schwarz genommen.
Maschine *B*: 12bindiger Schussatlas = Schwarz genommen.

In den bisher erläuterten Fällen kann ebensowohl Maschine *B* wie Maschine *C* benützt werden, da dieselben in ihrer Wirkung ganz gleich sind. Sie wirken beide positiv, wie der direkte Semperzug auf die Stössel ein, während Maschine *A* negativen Effekt erzeugt und die Stössel am Schlagen verhindert.

Die ganze Methode ist natürlich durchaus nicht auf so einfache Gewebe beschränkt. Sie lässt sich ganz vorteilhaft auch bei mehrkettigen und mehrschussigen Waren anwenden. Siehe:

Beispiel V/VI für 3 Maschinen:

Fig. V ist ein Teil der Figurpatrone.
„ VI ist die Patrone für die Bindungen.
Voraussetzung: Verbundenes zweifaches Hohlgewebe, Ober- und Unterware in Leinwand bindend mit flottliegenden Schussfiguren, 1 Ober- und 1 Unterschuss. Rechte Warenseite im Webstuhle unten.
Zeichnung: In waffelmässiger Regel gezeichnet.
Jacquardvorrichtung: 1200er Maschine, französische Feine (1320 Platinen), gerade durch galliert und gereiht.

Einteilung der Maschine (im Stuhle):

I. Chor Grundkette: Platine 1, 4, 7, 10, 13 usw., bis Platine 1260.
II. Chor Futterkette: Platine 2, 5, 8, 11, 14 usw., bis Platine 1260.
III. Chor Steppkette: Platine 3, 6, 9, 12, 15 usw., bis Platine 1260.
Reserve: Platine 1261—1300 = glatter Rand
„ „ 1301—1320 = Leiste
Einlesung der Figurpatrone: In der vollen Maschine Schwarz genommen.
Vorschrift für den Kartenschläger: Jeden Zug zweimal ziehen.

Disposition für die Bindungskarten:
(Leseweise von Patrone VI.)

	Grundkette = Weiss. I. Chor Maschine *B* = Plat. 1, 4, 7, 10 usw.	Futterkette = Schwarz II. Chor Maschine *C* = Plat. 2, 5, 8, 11 usw.	Steppkette = |×| III. Chor Maschine *A* = Plat. 3, 6, 9, 12 usw.
1. Schusslinie 1. Schuss = Grundschuss	Weiss u. Schwarz genommen	Alles genommen	× und | genommen, da Maschine *A* negativ arbeitet
1. Schusslinie 2. Schuss = andersfarbiger Figurschuss	Alles gelassen	Weiss u. Schwarz genommen	|×| genommen, da Maschine *A* negativ arbeitet und rechte Warenseite im Stuhle unten

Zu beachten ist bei diesen Dispositionen immer, welche Warenseite im Stuhle nach oben zu nehmen ist und dass Maschine *A* zufolge ihrer umgekehrten Platinennasen negativ arbeitet. Im vorliegenden Falle lässt sich der Stoff mit Hilfe dieser Methode nur dann ausführen, wenn die rechte Warenseite nach unten genommen wird. Ferner würden im letzten Beispiele die Bindungskarten von Maschine *B* und *C* je vier Blatt enthalten, während diejenige von Maschine *A* = 20 Blatt besitzen müsste, damit die Bindungen zusammen aufgehen. Die letztere müsste also einmal kopiert werden.

Diese Beispiele mögen genügen, um das Prinzip zu veranschaulichen. Man erkennt aber an denselben, dass diese ganze Methode im Prinzipe eine gewisse Aehnlichkeit mit dem damastartigen Weben besitzt, also mit dem Weben mittels Vorschäften auf Kreuzfach, wobei Hoch- und Tiefzug getrennt in verschiedenen Bindungen zur Wirkung gelangt, verschieden in Grund und Figur, aber immer mit einander aufgehend und sich nicht störend. Der grosse Unterschied ist aber der, dass man hier in der Wahl der Bindungen lange nicht so beschränkt ist, als beim damastartigen Weben, weil man nicht an die beschränkte Anzahl von Vorschäften gebunden ist, sondern Hunderte von Platinen für jeden Bindungsrapport zur Verfügung hat, in dem man sich ziemlich frei bewegen kann. Zu berücksichtigen ist nur der obenerwähnte Grundsatz, gemäss dessen die einzelnen Binder der verschiedenen Bindungskarten sich in ihrer Wirkung gegenseitig nicht stören dürfen, ausser es liegt in der Absicht von Anbindung bei Hohl- oder mehrfachen Geweben, die übereinander entstehen und verflochten werden sollen. Die Schussbinder des Grundes dürfen nicht mit den Kettenbindern der Figur zusammen auf ein und dieselbe Platine, bezw. ein und dasselbe Stössel fallen und umgekehrt. Die Sache lässt sich natürlich viel weiter ausdehnen, als oben im Prinzip erklärt, also auf mehrkettige und mehrschussige Gewebe, hohle und verbundene Doppelstoffe, 3, 4 und 5 fache Zeuge. Die Wahl der anwendbaren Bindungen wird eine immer kleinere, je mehrfach der *verbundene* Doppelstoff arbeitet.

Die Hauptarbeit hat dabei derjenige zu leisten, der das Gewebe durchdacht und die erforderlichen Bindungskarten angegeben hat. Der Kartenschläger hat nur richtig anzufangen und das regelrechte Fortschreiten der Arbeit zu beobachten, wie dies hierbei ja auch sonst der Fall ist.

Bei Mustern und Gewebearten, in denen die Bindungen in den nebeneinanderstehenden Figuren bei demselben Schuss, also auf derselben Linie wechseln, müssen die Figuren in ihren Farben auf besondere Schnurengruppen (Semper) fallen, wenn man zugleich mehr als 2 Bindungsaushebemaschinen benutzen will. Man kann alsdann unter Umständen auch ganz beliebig geartete Bindungen zugleich von den 3 Maschinen auspressen lassen und hat dann nur noch auf die Anbindung der verschiedenen Gewebe unter sich Rücksicht zu nehmen. Sowie fast Alles in diesem Teile der Technik unvollkommen ist, verhält es sich leider auch mit dieser Methode. Man kann sie nicht überall anwenden, besonders nicht bei solchen Geweben, wo es auf eine sorgfältig durchgeführte Abbindung und Reinheit der Konturen ankommt. Nicht anwendbar ist sie ferner in fast allen den Fällen, wobei die Bindung nicht bis an die Figur heranreichen darf, sei es nun in der Schuss- oder Kettenrichtung, ferner, wo in der Patrone einzelne Binder

unbedingt ausser der Regel gesetzt werden müssen, wo figurenmässig gebunden werden muss, wo reiche Abwechslung in den angewendeten Fantasiebindungen herrschen soll und dergleichen mehr. Man kann sich allerdings in manchen Fällen mit einer Hilfspatrone helfen, die fragliche Stellen besonders aushebt und die falschen Effekte der Bindungsmaschinen aufhebt. Dies ist aber nur in beschränktem Masse anwendbar und schliesslich auch mit Kosten verbunden. Ein weiterer, wenn auch nicht so grosser Nachteil tritt ein, wenn das zu schlagende Muster die Maschine öfters passieren muss, die Blätter also mehrere Male eingelegt werden müssen, um sie fertig zu machen. Nicht genau eingelegte Lats ergeben unreinen Stich und fehlerhaftes Weben. Sie müssen kopiert werden. Dies sind aber geringe Mängel, denen man nachhelfen kann. Bei dichten Damasten und ähnlichen Stoffen, sowie bei manch anderem Gewebe stellt sich die Methode als wohl anwendbar dar.

Sie beruht auf demselben Prinzip. wie das *Sczcepanik*sche Verfahren, die Bindungen auf die Patrone zu photographieren. Auch dabei muss mit der Hand nachgeholfen werden, um reine Konturen zu erhalten. Dieser Teil der geistigen Arbeit lässt sich eben durch kein Verfahren und durch keine Maschine ersetzen. Was die kaufmännische Seite dieses ganzen Prinzipes anlangt, so hat *Herrmann Günther* in Chemnitz diese gesamte Frage mit seiner Damastmaschine für mechanisches Weben ohne Kreuzfach für den grössten Teil der in Betracht zu ziehenden Gewebe immer noch am günstigsten gelöst. Er ist damit fast genau gleich nahe ans Ziel gelangt, bietet aber ausserdem noch den Vorteil, dass er ein und dieselbe Figurkarte in ganz verschieden gearteten Stoffen, Grössen, Dichten und in ganz verschiedenen Bindungen ausführen kann, ohne etwas anderes zu bedürfen, als andere, ganz billige kleine Bindungskarten für seine in der Maschine vorhandenen Heb- und Senkschäfte, deren Zahl sich beliebig (bis auf 2 × 120 praktischer Weise) erhöhen lässt.

Die ganze Methode beruht auf denselben Grundsätzen, wie das damastartige Weben, und insofern stimmen alle 3 Verfahren, das der geschilderten Konstruktion von Schlagmaschinen, das *Sczcepanik*sche Patronierverfahren und das der *Günther*schen Damastmaschine überein.

Was das Kopieren der Karten anlangt, so wird hierzu Maschine A benutzt. Zu dem Zwecke ist der Rost G mit einer einfachen Hebevorrichtung versehen, die es ermöglicht, die Bindeeisen X_2 hochzuwinden, damit sämtliche Stössel zugleich fallen und zum Schlagen bereit sind. Die Maschine A wirkt dann positiv, wie es bei der alten Bauart auch der Fall ist, weil die Nasen ihrer Schwingen P entgegengesetzt, also nach hinten weisen. Die zu kopierende Karte wird auf das Prisma L aufgelegt. Wenn ein Loch im Original vorhanden ist, so bleibt die zugehörige Schwinge P in Ruhe, infolgedessen ihr zum Schlagen bereites Stössel auch. Letzteres nahm aber bereits die zum Schlagen erforderliche tiefste Stellung ein, weil sein Bindegewicht X_2 nicht mehr wirkte. Ist in der Orginalkarte kein Loch vorhanden, so drückt die betreffende Nadel ihre Schwinge P auf das gleichfalls verkehrt stehende Messer. Maschine A wird aufgetreten, die Schwinge P geht hoch und hebt die Wirkung des zugehörigen Stössels auf.

Einen Nachteil hat diese neue Bauart noch insofern, als beim Semperziehen sehr viel Gewicht zu heben ist, nämlich 2 bezw: 3 Bindeeisen auf jede Schnur, während bei der alten Bauart nur je eine viel leichtere flache Platine in Frage kommt. Man hat indess Vorrichtungen konstruiert, die das mechanische Ziehen mittels der Kraftanlage ermöglichen. Es muss aber hierbei für jeden Zug ein Stab eingelegt werden, der mittels eines Exzenterpaares das Ziehen besorgt. Es ist dies aber etwas zeitraubend. Die Semper selbst werden verschieden angerichtet. Meistens bedient man sich automatisch einzuhängender Zampel, zu welchem Zweck die Haken H eingeschalten sind. Dieselben sind unten offen. In sie können die endlos geknüpften Semper partieenweise durch seitliches Verschieben schnell eingehängt werden. Die Maschine wird aber auch mit mehreren, feststehenden Sempern gebaut.

Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

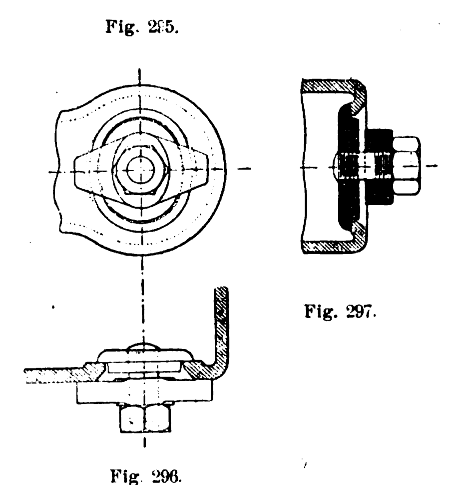
(Fortsetzung von S. 518 d. Bd.)

4. *Wasserrohrkessel mit geraden Röhren und Kapselverbindungen.*

Bei diesen Kesseln werden immer je zwei aufeinanderfolgende Rohre mit einander durch Kapselstücke verbunden, sodass eine vollständige Heizschlange entsteht. Der Vorteil dieser Konstruktion würde darin zu sehen sein, dass sich der Kessel aus verhältnismässig kleinen und leichten Einzelteilen zusammensetzen lässt, wobei die letzteren bequem als Massenartikel erzeugt werden können. Auch können diese Kessel in wenig zugänglichen Räumen ohne Schwierigkeiten aufgestellt werden. Der empfindlichste Nachteil ist in der im allgemeinen geringen Wasserzirkulation und in der Erzeugung nassen Dampfes zu sehen; die Bildung nassen Dampfes ist auf den gewöhnlich sehr langen Weg des Dampfes von der Heizfläche bis zum Dampfraum zurückzuführen. Die Anwendung von Ueberhitzern oder Dampftrocknern ist bei diesen Kesseln besonders stark zu empfehlen.

Der bekannteste Kessel dieser Gruppe ist der *Belleville*kessel, der als Schiffskessel besonders in der englischen, französischen und russischen Marine weite Verbreitung gefunden hat. Neuerdings sind jedoch in England von berufenster Seite aus erhebliche Bedenken gegen die Beibehaltung des *Belleville*kessels erhoben worden.

Die Enden der Wasserröhren sind beim *Belleville*kessel mit Gewinde versehen und werden damit in die Verbindungskapseln eingeschraubt und durch eine Gegenmutter gesichert. Die vorn liegenden Kapseln sind mit Handlöchern versehen, deren Verschluss in Fig. 295—297 wiedergegeben ist. Die einzelnen Rohre steigen abwechselnd von links nach rechts, bezw. von rechts nach links an. Je zwei Rohre sind an den Enden durch eine Kapsel derartig verbunden, dass jede senkrechte Rohrreihe eine ununterbrochene Heizschlange bildet, die oben in den Dampfsammler mündet. Der in den untersten Rohren entstandene Dampf muss sämtliche darüber liegende Rohre passieren, um in den Sammler gelangen zu können, ein Umstand, der die Trockenheit des Dampfes und die Wasserbewegung im Kessel sehr ungünstig beeinflusst.


Fig. 295. Fig. 296. Fig. 297.
Handlöcherverschluss am Bellevillekessel.

Bei normaler Beanspruchung hat der *Belleville*kessel ganz günstige Betriebsergebnisse geliefert. Steigt jedoch die Beanspruchung, so arbeitet der Kessel ungünstig, wahrscheinlich infolge der ungenügenden Wasserzirkulation.

Ein ebenfalls sehr verbreitetes Kesselsystem mit Kapselverbindungen ist der Kessel von *de Naeyer & Cie.* in Willebroek. Besonders in Belgien und Frankreich und auch in Russland sind diese Kessel für Landbetrieb zahlreich in Anwendung. Die Konstruktion ähnelt dem *Root*kessel.

Fig. 298 und 299 zeigen einen *de Naeyer*kessel mit Ueberhitzer und Speisewasservorwärmer. Es sind 8 Horizontalreihen von je 16 Wasserröhren vorhanden. Die beiden unteren,

dem Feuer am meisten ausgesetzten Horizontalreihen sind gemeinsam vorn und hinten an eine Wasserkammer angeschlossen und erhalten das Wasser unmittelbar vom Oberkessel, sodass sie hinreichend gekühlt werden.

Das Speisewasser gelangt bei *i* in den Vorwärmer, fliesst bei *k* ab, durchströmt die Leitung *l* und gelangt bei *g* in den *Naeyer*kessels liegen aus diesem Grunde auch sämtlich von hinten nach vorn ansteigend, während beim *Belleville*kessel, wie schon bemerkt, die Hälfte der Rohre die entgegengesetzte Steigung erhalten muss. Die Wasserbewegung des *de Naeyer* kessels entspricht etwa derjenigen der gewöhnlichen Sektionalkessel.

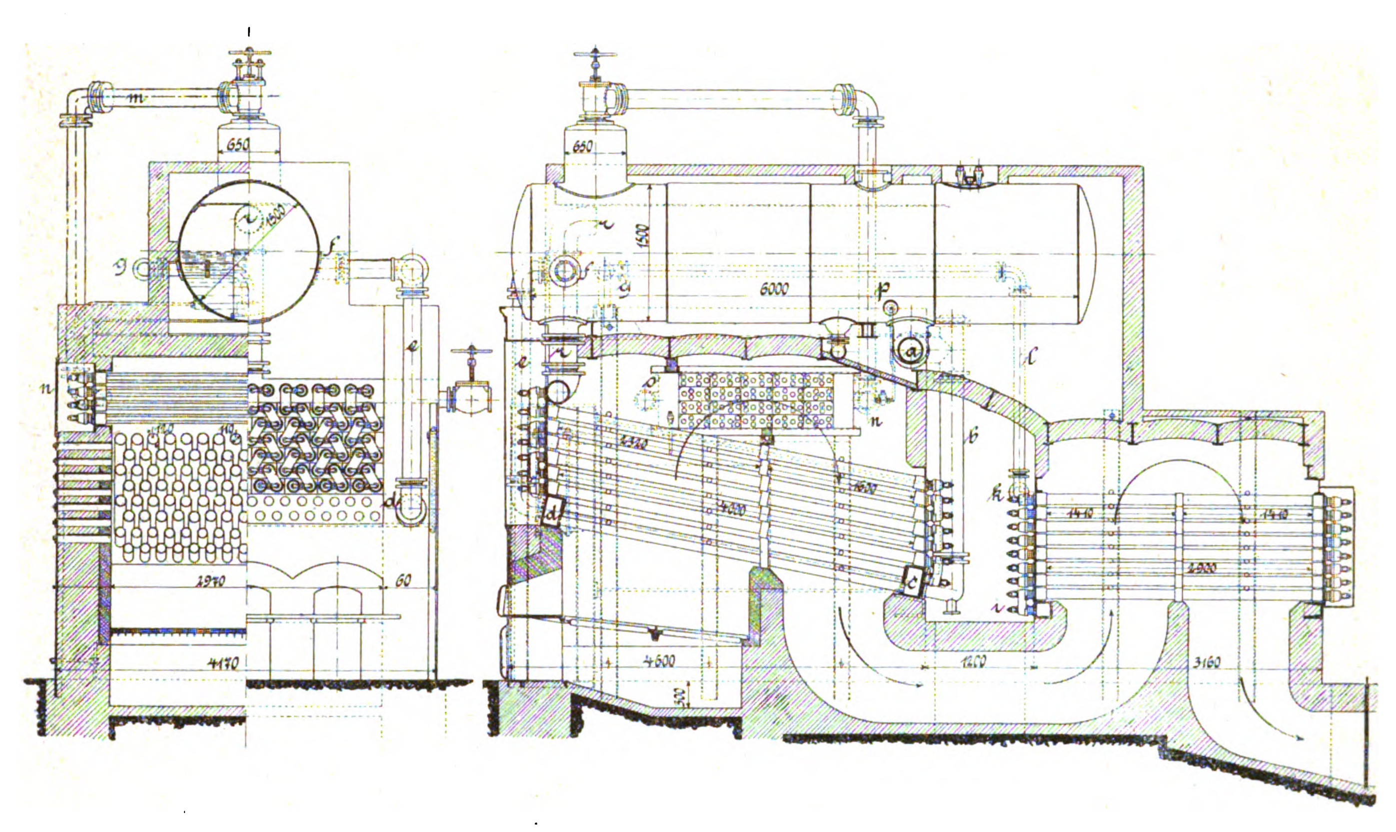


Fig. 298. Fig. 299.
Kessel von de Naeyer & Cie.

Oberkessel. Aus diesem fliesst es bei *a* in das Fallrohr *b* und gelangt in die hintere Kammer *c*. Aus dieser Kammer kann das Wasser entweder direkt durch die unteren Rohre nach der Kammer *d* und von hier durch das Steigrohr *e* (in Fig. 299 weggeschnitten aber punktiert angedeutet) bei *f* in den Oberkessel gelangen, oder es fliesst von der Kammer *c* den oberen Rohrreihen zu und steigt durch die Leitung *r* gleichzeitig mit dem gebildeten Dampfe in den Oberkessel. Die Wasserbewegung ist hiernach eine sehr günstige; sie ist auch gegenüber dem *Belleville*kessel eine wesentlich bessere, weil das Wasser mit dem Dampfe nicht alle Rohre einer

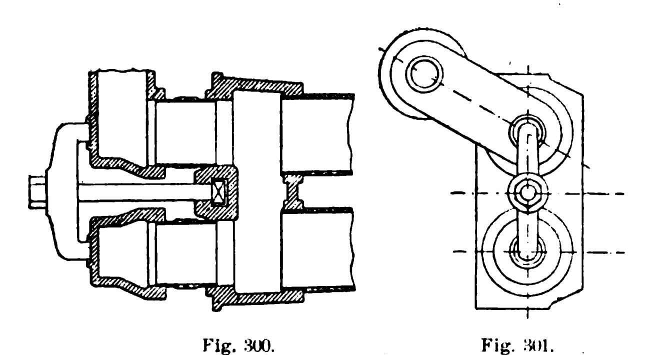


Fig. 300. Fig. 301.
Rohrverbindung beim Naeyerkessel.

Vertikalreihe nacheinander durchströmen muss. Die oberen Rohre sind nämlich zu je zwei Stücken in eine kleine Kammer, Fig. 300 u. 301, eingewalzt. Erst diese Kammern sind durch Rohrkapseln, Fig. 302 u. 303, miteinander in einer Weise verbunden, die aus Fig. 298 zu ersehen ist. Wasser und Dampf brauchen daher nicht in die Rohre zurückzutreten; sie steigen vielmehr unmittelbar von einer Kammer zur nächst höheren auf, wodurch der Wasser- bezw. Dampfweg bedeutend abgekürzt wird. Die Rohre des *de*

Die in Fig. 300 u. 301 dargestellte Kapselverbindung leidet allerdings an einem empfindlichen Nachteil, denn die Befestigungsschraube der Rohrkapseln wird durch den Dampfdruck, der auf beiden Rohrquerschnitten lastet, auf Zug beansprucht. Bei hohen Dampfspannungen ist diese Verbindung wegen der damit verbundenen Explosionsgefahr nicht zu empfehlen.

Fig. 302.

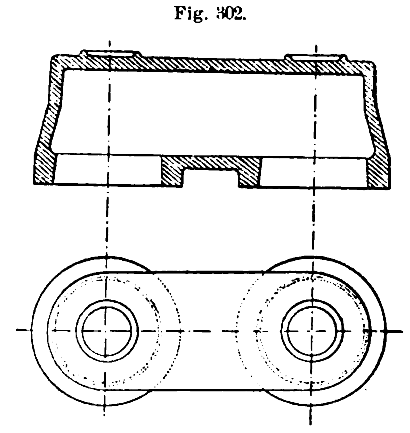


Fig. 303.
Rohrkapsel beim Naeyerkessel.

Ferner erscheint der Querschnitt der Rohrleitung, der das Rohrbündel vorn mit dem Oberkessel verbindet, etwas klein; allerdings darf bei der Beurteilung nicht ausser Acht gelassen werden, dass die beiden untersten Rohrreihen, welche erfahrungsmässig die wirksamste Heizfläche bilden, eine besondere Verbindung mit dem Oberkessel haben.

Der gesättigte Dampf wird bei *m* Fig. 298 dem Dampfdom entnommen und bei *n* (Fig. 298 u. 299) in den Ueberhitzer geführt. Der Ueberhitzer liegt hinter dem ersten Feuerzuge und

besteht aus engen Röhren, die zu je 6 Stück in eine Kammer eingewalzt werden. Die Kammern sind dann wieder in der üblichen Weise durch Rohrkapseln derart verbunden, dass die Rohre jeder Horizontalreihe vom Dampfe nacheinander durchströmt werden. Der Ueberhitzer kann beim Anheizen durch eine bei p vom Oberkessel abgezweigte und bei n anschliessende Leitung mit Wasser gefüllt werden. Der überhitzte Dampf wird bei o entnommen.

Die Röhren des Vorwärmers liegen im letzten Zuge und sind in solcher Weise miteinander verbunden, dass sie eine einzige Wärmeschlange bilden; das Wasser geht zuerst durch die Röhren der untersten Horizontalreihe hintereinander und steigt dann zur nächst höheren Reihe auf, diese immer in der gleichen Weise durchfliessend.

In Deutschland werden Wasserrohrkessel mit Kapselwagerecht liegende Röhren gebildet wird, und dass der frühere weniger wirksame Ueberhitzer durch einen engrohrigen, schlangenförmigen Ueberhitzer wie beim *Alban*kessel der Firma ersetzt wurde. Die Konstruktion der Rohrverbindung ist dagegen dieselbe geblieben, sodass auf die frühere Veröffentlichung in dieser Hinsicht verwiesen werden kann.

Der *Root*kessel, Fig. 304—307, besteht aus 42 schrägliegenden Wasserröhren, welche in 7 Horizontalreihen angeordnet sind. Der niedrigste Wasserstand liegt dabei in solcher Höhe, dass die vorn liegenden, oberen Enden der vier obersten Rohrreihen mit Dampf gefüllt sind. Ein Erglühen der Wandungen dieser Rohrenden ist ausgeschlossen, da die Führung der Heizgase durch eingelegte Platten so geregelt wird, dass zuerst die ganze, wasserberührte Heizfläche bestrichen werden muss.

Fig. 304. Fig. 305.

Fig. 306. Fig. 307.

Rootkessel von Walther & Cie.

verbindungen nur von der Firma *Walther & Cie.* in Kalk bei Köln gebaut und zwar nur dann, wenn die Kessel *in* oder *unter* bewohnten Räumen aufgestellt werden sollen, oder wenn der Transport grösserer Kesselteile Schwierigkeiten bietet, wie z. B. in einigen Gebirgsgegenden Südamerikas; sonst liefert die Firma *Walther & Cie.* den schon früher (S. 395) in Fig. 163 u. 164 dargestellten Zweikammerkessel System *Alban*.

Der *Root*kessel der Firma *Walther & Cie.* ist in Fig. 304—307 nach der neueren Ausführung zur Darstellung gebracht. Gegenüber der früheren Bauweise, die im Aufsatze des Verfassers: „Die Anwendung des überhitzten Dampfes" D. p. J. 1899 Fig. 72—81[1]) wiedergegeben worden war, ist hervorzuheben, dass der Dampfraum nicht mehr durch

[1]) Im Sonderabdruck (Polytechn. Buchhandlung R. Schulze, Mittweida) Fig. 82—91 auf S. 29 u. 30.

Das Speisewasser tritt bei a durch eine 40 mm weite Leitung in den hinten angeordneten Schlammsammler b, der aus einem gusseisernen 250 mm weiten Rohr besteht und mit einem Entleerungsstutzen, Fig. 304, versehen ist.

Von dem Schlammsammler steigt das Wasser in die Rohre und gelangt als Dampf in den vornliegenden Dampfsammler c, Fig. 305. Von hier strömt der Dampf durch den Krümmer d in einen Wasserabscheider e und und von hier wieder entweder bei geschlossenem Ventil h im gesättigten Zustande durch das Ventil f zur Maschine, oder wenn f geschlossen, durch h Fig. 306, zum Ueberhitzer. Bei g teilt sich die Leitung. Der Dampf durcheilt die beiden im letzten Zuge liegenden Ueberhitzerschlangen von 57 mm äusserem Durchmesser, die sich bei k wieder vereinigen. Wenn auch die Ueberhitzerschlangen mit entsprechend abgekühlten Gasen in Berührung kommen, so kann doch mindestens auf eine vollständige



Dampftrocknung gerechnet werden, denn auch der Dampfraum in den weiten Röhren wird von den Heizgasen bestrichen.

Der dargestellte Kessel hat eine wasserberührte Heizfläche von 48 qm, eine dampfberührte Heizfläche von 10 qm, eine Ueberhitzerfläche von 7,75 qm und eine Rostfläche von 1,38 qm.

Der Wasserstandsstutzen liegt vorn rechts, Fig. 305, und steht durch eine besondere, genügend weit gehaltene Leitung l mit dem Stutzen des Schlammsammlers b in Verbindung; eine zweite enge Leitung führt nach oben zum Dampfsammler c.

Das Wasser, welches sich im Dampfsammler c niederschlägt, oder welches in dem Abscheider e ausgeschieden wird, kann dem Rohre l durch zwei Leitungen direkt zufliessen.

Der gusseiserne Dampfsammler c hat 150 mm lichte Weite und ist mit zwei Sicherheitsventilen von je 35 mm lichter Weite versehen, die auf einem gemeinsamen Stutzen von 50 mm lichter Weite sitzen. (Schluss folgt.)

Mitteilungen über die „Pariser Metropolitanbahn“.

(Fortsetzung von S. 521 d. Bd.)

II. Die Anlage des Südringes.

Infolge eines am 14. Juni 1901 gefassten Beschlusses des Pariser Stadtrates hat hinsichtlich des Linienplanes der Metropolitanbahn, wie wir bereits 1901 (Bd. **316**, S. 750 ff.) ausführlich berichteten, eine wesentliche Abänderung und Weiterung Platz gegriffen, deren Schwerpunkt darin liegt, dass die ehemals geplante grosse Ringlinie No. 2 (vergl. Fig. 1, **315**, 9), unter Heranziehung einzelner Teile der in Aussicht genommenen Querlinien zu zwei grossen, in sich abgeschlossenen Hälften — dem Nordring, über dessen Bauausführung wir unlängst (vergl. Fig. 5 u. 6 S. 499 d. Bd.) nähere Einzelheiten mitgeteilt haben, und den Südring — ausgestaltet wurde. Demgemäss besteht der letztere auch wieder aus zwei Unterabteilungen, die hinsichtlich ihres Baufortschrittes vorläufig noch ziemlich weit auseinander liegen, nämlich 1) aus dem Stücke zwischen den Plätzen de l'Etoile und d'Italie, von dem der erste Abschnitt (Place de l'Etoile—Place de Trocadéro) bekanntlich bereits zur Zeit der letzten Pariser Weltausstellung erbaut war und seither im Betriebe steht, und 2) aus der Fortsetzung von der Place d'Italie über die Boulevards de la Gare und die Brücke de Berey bis zur Place de la Nation, welche Strecke den Hauptteil der seinerzeit mit Nummer 6 (vergl. Fig. 1, **315**, 9) bezeichneten Verbindungslinie bildet. Weil jedoch nach der ursprünglichen Vereinbarung zwischen der Stadt Paris und der Metropolitanbahn-Gesellschaft die einzelnen Strecken des Stadtbahnnetzes nach ihren Nummern dem Ausbau zugeführt werden sollten, so kommt es nun, dass der oben bezeichnete erste Teil des Südbahnringes infolge seiner ursprünglichen Nummerierung (No. 2) zur Zeit bereits ausgeführt oder der Vollendung ziemlich nahe ist, während man vom zweiten Teil (No. 6) nicht einmal die Projektbearbeitung so weit fertig gestellt hat, um sie der behördlichen Genehmigung zu unterbreiten und die Bauvergebung einzuleiten.

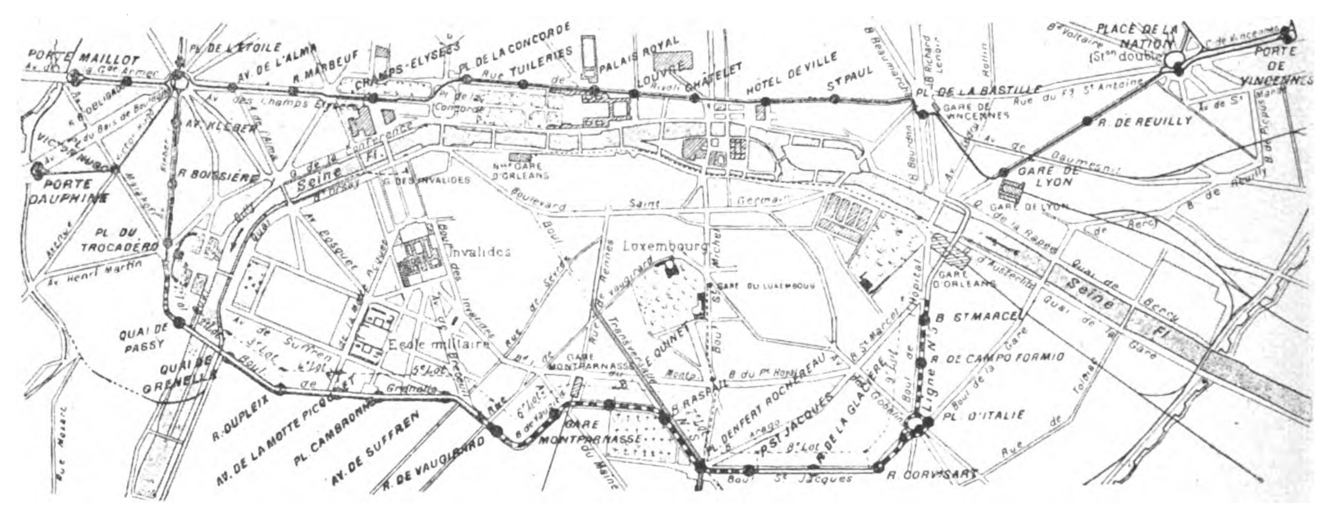


Fig. 23.

Linienplan des Südringes der Pariser Metropolitanbahn.

Die Südringlinie erstreckt sich, wie Fig. 23 ersehen lässt, als Kehrschleife von der Umsteige- bezw. Endstation Place de l'Etoile ausgehend, unterirdisch längs der Kleber-Avenue nach dem Trocadéroplatz, um nach Passierung der Franklin- und Alboni-Strasse ins Freie zu treten und die Seine zu überschreiten. Am linken Flussufer geht die Bahnlinie dann oberirdisch längs der Boulevards de Gronelle und Garibaldi weiter bis zum Boulevard Pasteur, wo sie wieder unter die Erde eintritt und in dieser Weise längs der Boulevards de Vougirard, Edgar-Quinet, Raspail, Saint Jaques verläuft. Kurz vor dem Boulevard d'Italie wird sie neuerdings zur Hochbahn und in der Rue Corvisart wieder zur Untergrundbahn, in welcher Form sie die Place d'Italie in einem Bogen umsäumt, um kurz darauf das Boulevard de la Gare zu erreichen, wo nun die ursprünglich mit No. 6 bezeichnete Linie beginnt, deren Lageplan — wie bereits erwähnt — vorläufig noch nicht endgiltig in seinen Einzelheiten ausgearbeitet oder doch mindestens behördlich noch nicht genehmigt ist.

An der Place d'Italie tritt der oben betrachtete, im Bau begriffene erste Teil der Südringlinie durch ein Dienstgleis (vergl. Fig. 24) mit der Kehrschleife, bezw. Endstation der Querlinie No. 5 (Place d'Italie—Boulevard de Strassbourg) und auf dem Boulevard Raspail mit der von Norden nach Süden verlaufenden Querlinie No. 4 (Porte de Orleans—Porte de Clignancourt) durch eine Umsteigestation in Verbindung. Die Linie No. 4 läuft mit der Südringlinie (vergl. Fig. 23) ein annähernd 500 m langes Stück längs des Boulevards Raspail parallel, bis die erstere von der letzteren auf der Place Denfert Rochereau unterfahren wird. Das grösste Gefälle innerhalb der Strecke Place de l'Etoile—Place d'Italie beträgt nur 30,1/00, wogegen 40/00 bewilligt gewesen sind, und die kleinsten Bögen der laufenden Bahn gehen nirgends unter 75 m Halbmesser herab; im allgemeinen sind sowohl die Gefälle als die Linienentwicklung günstiger als in der Hauptlinie No. 1 (Porte Maillot—Porte Vincennes) oder in der Nordringlinie. Beispielsweise beträgt die Gesamtlänge der in Bogen liegenden Strecken nur den fünften Teil der

ganzen, 8969 m langen Linie. Von diesen 8969 m verlaufen die zwei Stücke vom Kilometer 2,12258 bis zum Kilometer 4,66942, das sind 2546,84 m, und vom Kilometer 7,54168 bis zum Kilometer 8,40788, das sind 866,20 m, zusammen also 3413,04 m oder 37,4 v. H. als Hochbahn, während 4921,76 m oder 54,9 v. H. der Gesamtlänge als Untergrundbahn, und 634,2 m oder 7,7 v. H. als Flachbahn ausgeführt sind. An den Uebergängen, zwischen Untergrundbahn und Hochbahn, wird an der ersten solchen Stelle, nämlich an der Rue Alboni, keinerlei Aenderung oder Beeinträchtigung der bisherigen oder künftigen Strassenverbindungen herbeigeführt; die höchstbeladensten Frachtwagen, welche auf den in Erwägung zu ziehenden Strassenzügen vorkommen, und zu welchen in erster Linie die 4 m hohen, zur Beförderung der Feuerwehrleitern dienenden Karren gehören, finden eine mehr als reichliche, lichte Höhe vor.

Bei der Bauausführung der unterirdischen Strecken wird im allgemeinen, wenige durch örtliche Umstände gebotene Abweichungen ausgenommen, genau so vorgegangen, wie im Nordring. Namentlich hat man auch von der Anwendung des Schildes zur Tunnelherstellung vollständig Abstand genommen. Desgleichen geht man natürlich auch hinsichtlich

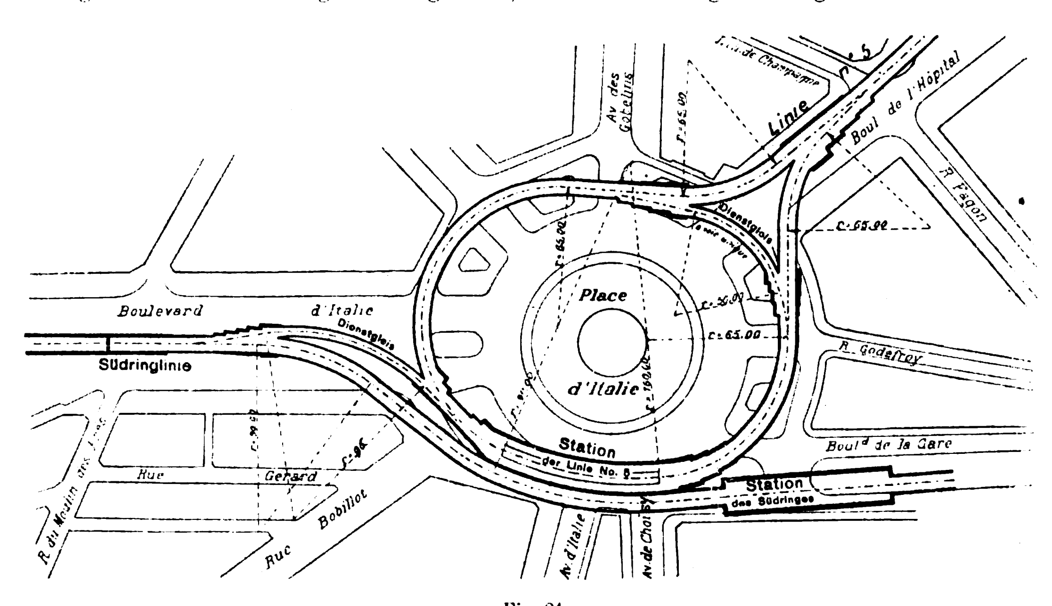


Fig. 24.
Lageplan der Doppelstation „Place d'Italie“.

dies geschieht, was die bestehenden Strassenzüge anbelangt. allerdings auch an den drei anderen Uebergangsstellen, allein hier erfolgt immerhin durch die zwischen Hoch- und Untergrundbahn eingeschaltete Flachbahnstrecke eine Unterbindung der Hochbahnstrecke ganz nach den Mustern der Nordbahnlinie und den dort gewonnenen Erfahrungen vor und ist demgemäss die mittlere Spannweite der gewöhnlichen Brückenfelder wieder mit 22,50 m bemessen worden. Allerdings

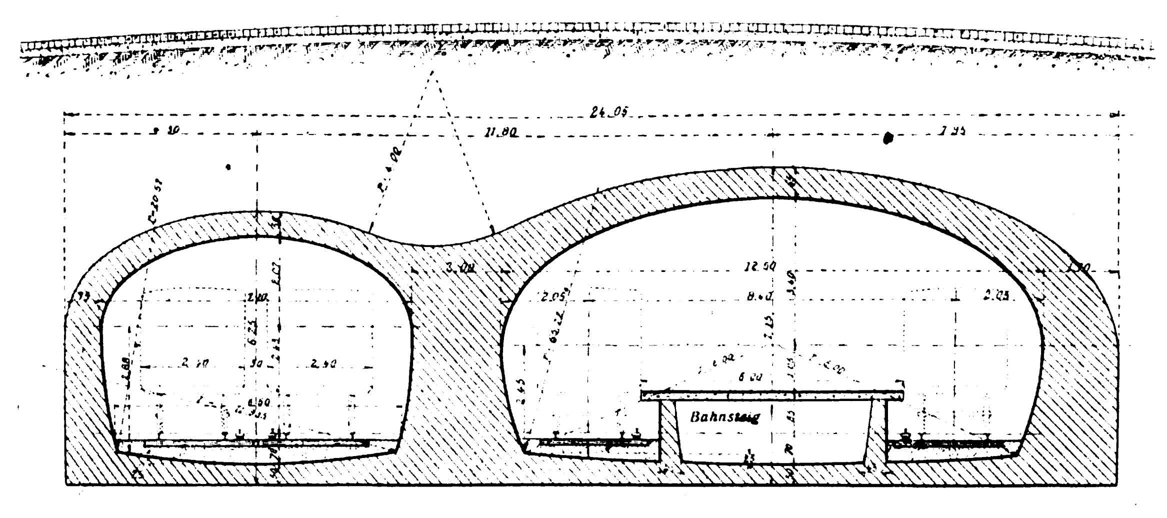


Fig. 25.
Querschnitt nächst der Doppelstation „Place d'Italie“ (Achse der Avenue d'Italie).

künftiger Verkehrswege zwischen diesseits und jenseits der Metropolitanbahn, und zwar auf dem Boulevard Pasteur in der Ausdehnung von 162,50 m, auf dem Boulevard Saint Jaques in einer solchen von 244,00 m und auf dem Boulevard d'Italie in einer Länge von 227,70 m.

Man hat natürlich auch hinsichtlich der Hochbahnstrecken des Südringes schon aus wirtschaftlichen Gründen darauf Bedacht genommen, den Brückenfeldern im allgemeinen jene geringste Höhe zu geben, welche ohne Beeinträchtigung des darunter abzuwickelnden Strassenverkehrs zulässig erscheint. Sie wurde auf 5,20 m festgesetzt, übersteigt also die für Omnibusse, deren Dächer mit Personen besetzt sind, vorgeschriebene geringste Durchfahrthöhe noch um 0,5 m. Auch sind auch im Südringe von dieser Regel vielfache Abweichungen notwendig geworden, um den Bedürfnissen des Strassenverkehrs oder sonstigen, besonderen örtlichen Verhältnissen Rechnung zu tragen. Von den sämtlichen Brückenfeldern der Hochbahnstrecken des Südringes — die Uebersetzung der Seine abgerechnet — besitzen

4 eine Spannweite von 44,73 m
2 „ „ „ 37,00 „
21 „ „ „ 27,06 „
55 „ „ „ 22,50 „
8 „ „ „ 19,50 „
und 9 „ „ zwischen 27 u. 18 m.

Im alten Teil der Südringlinie, welcher seit 1900 im

Betriebe steht, liegen bekanntlich die Station Place de l'Etoile, Avenue Kleber und Place du Trocadéro; in der anschliessenden Baulinie werden sich nur bis zur Place d'Italie die nachstehenden Stationen befinden:

„Quai de Passy“
im km 2,16620 oberirdisch (teils Einschnitt, teils Brücke)

„Quai de Grenelle“
im km 2,65131 oberirdisch (Brücke)

„Rue Dupleix“
im km 3,15833 oberirdisch (Brücke)

„Rue Corvisart“
im km 8,40550 oberirdisch (auf gemauertem Damm)

„Place d'Italie“
im km 8,92650 unterirdisch (Tunnel)

Diese 15 neuen und drei alten, zusammen 18 Stationen verteilen sich auf eine Streckenlänge von 8969 m und liegen sonach im Durchschnitte 498 m weit von einander, das ist genau 10 m weniger, als die mittlere Stationsentfernung auf der Nordringlinie beträgt.

Die bedeutendste und interessanteste Anlage innerhalb

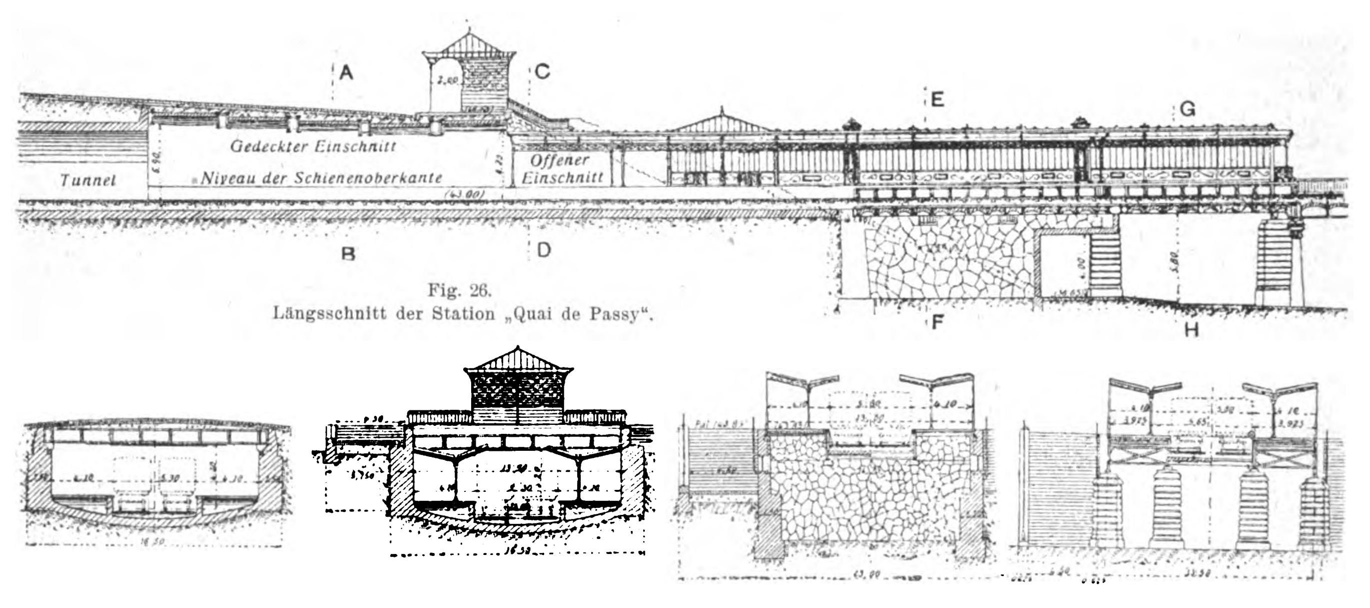


Fig. 26.
Längsschnitt der Station „Quai de Passy“.

Schnitt A. B
Fig. 27.

Schnitt C. D.
Fig. 28.

Schnitt E. F.
Fig. 29.

Schnitt G. H.
Fig. 30.

Querschnitte der Station „Quai de Passy“.

„Place de la Motte Piquet“
im km 3,58933 oberirdisch (Brücke)

„Place de Cambronne“
im km 3,91375 oberirdisch (Brücke)

„Avenue de Suffren“
im km 4,44220 oberirdisch (Tunnel)

„Rue de Vaugirard“
im km 4,92450 unterirdisch (Tunnel)

der Untergrundstrecke des Südringes und der anstossenden Linie No. 5 ist die Umsteigestation Place d'Italie, deren Grundriss Fig. 24 und deren Querschnitt Fig. 25 ersehen lässt. Diese in ihrer Durchführung den seinerzeit an dieser Stelle ausführlich beschriebenen Stationen Place de l'Etoile und Place de la Nation ziemlich verwandte Anlage umfasst eine in ihren Hauptteilen fast kreisrunde Kehrschleife der Linie No. 5 (Place d'Italie—Boulevard de Strassbourg), welche im

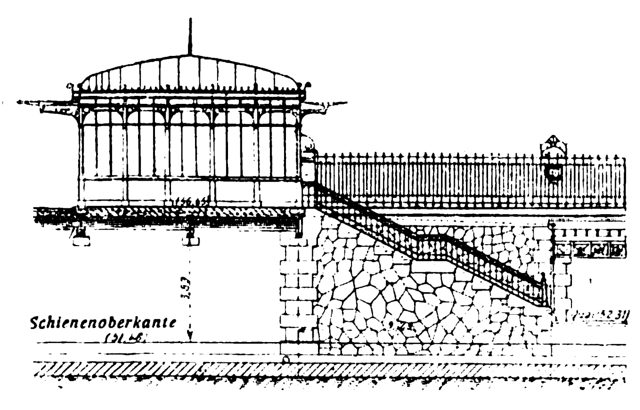


Fig. 31.
Längsschnitt des Zuganges zur Station „Place Saint Jacques.“

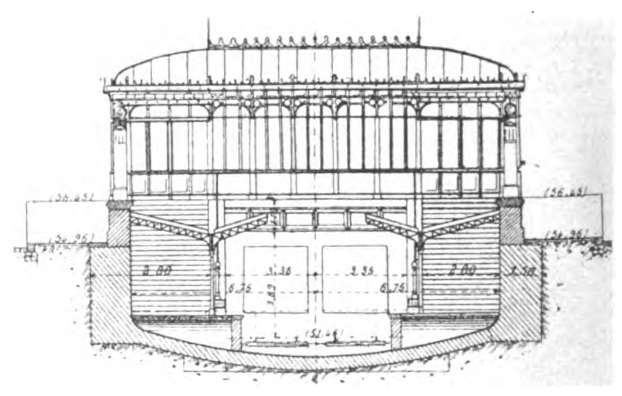


Fig. 32.
Querschnitt der Station „Place Saint Jacques“.

„Gare de Montparnasse“
im km 5,55150 unterirdisch (Tunnel)

„Boulevard Raspail“
im km 6,01250 unterirdisch (Tunnel)

„Place d'Enfert-Trochereau“
im km 6,92050 unterirdisch (Tunnel)

„Place Saint Jacques“
im km 7,30450 oberirdisch (im ungedeckten Einschnitt)

„Rue de la Glacière“
im km 7,85050 oberirdisch (Brücke)

Trennungsdelta des Doppelgleises dieser Linie durch ein einspuriges Dienstgleis verbunden ist. Mit der Kehrschleife der Linie No. 5 ist die unter dem Boulevard d'Italie eintreffende Südringlinie gleichfalls durch ein einspuriges Dienstgleis in Verbindung gebracht. Die Hauptstrecke des Südringes geht tangential der Kehrschleife weiter bis zum Anfang des Boulevard de la Gare, wo sich erst die nach dem gewöhnlichen Muster der bisher auf den anderen Strecken ausgeführten Tunnelstationen veranlagte Station Place d'Italie des Südringes befindet, welche jedoch mit der gleichnamigen Station der Linie No. 5 durch Gänge und Stiegen und eine gemein-

same Fahrkartenausgabestelle zusammenhängt. Fig. 25 stellt einen senkrechten, an der Avenue d'Italie durch die beiden Bahnen gelegten Schnitt dar, aus welchem sich Form und Abmessungen des Tunnels der laufenden Südringlinie, sowie des Tunnels der mit einem Inselbahnsteig ausgestatteten Station Place d'Italie der Linie No. 5 ohne weiteres entnehmen lassen. Alle übrigen unterirdischen Zwischenstationen der in Rede stehenden Baulinie entsprechen bis auf einige hier und da notwendig gewordene Verstärkungen des Grundmauerwerks dem normalen Muster der bereits ausgebauten älteren Linien des Metropolitanbahnnetzes.

Auch die oberirdischen Stationen, insoweit dieselben auf Viadukte zu liegen kommen, stimmen mit dem auf der Nordbahnringlinie zur Ausführung gekommenen Muster (vergl. S. 519, Fig. 11 u. 12) vollständig überein. Dagegen werden durch die im Südring auszuführenden drei Stationen Quai de Passy, Place Saint-Jacques und Rue de Corvisart, welche ausnahmsweise in offenen Einschnitten oder auf einem Damme liegen, wieder ganz neue Abarten geschaffen, die sich nur im beschränkten Masse den bisher benützten Stationsnormalanlagen anpassen liessen. Unter diesen drei Stationen ist zweifelsohne jene am Quai de Passy die interessanteste. Sie beginnt, wie der Längsschnitt (Fig. 26) zeigt, bereits im gedeckten Einschnitt (auf 23,5 m Länge), gelangt dann in einen offenen Einschnitt (21,5 m Länge), ferner auf einen gemauerten Steindamm (17,5 m Länge) und endlich auf eine Brücke (12,5 m Länge), welch letztere den Beginn des Viaduktes bildet, an dem sich die Seinebrücke anschliesst. Aus den Querschnitten (Fig. 27—30) lässt sich ersehen, dass die gedachte Station in ihrem ersten Teile genau dem normalen Muster für die in gedeckten Einschnitten liegenden Untergrundstationen (vergl. Fig. 9, S. 551, Bd. **315**) der alten Linien gleicht, sodann aber durch den Ueberbau für die Zugangsstiege (Fig. 28) der Rue Alboni und den offenen Einschnitt eine bereits wesentliche Abweichung aufweist. Die Anlage der Haltestelle selbst entspricht, was die beiden verglasten Pultdächer und die Abmessungen der Bahnsteige anbelangt, dem Muster der Hochbahnstationen des Nordringes mit dem Unterschiede, dass die Eisenkonstruktion der Seitenwände durch Futtermauern und die Brückenbahn durch ein gestürztes Sohlengewölbe ersetzt ist, welches die Untermauerungen und Deckengewölbe der Bahnsteige und die Kiesbettungen der Fahrgleise trägt. Im nächsten Teile der Station treten die Bahnsteige (vergl. Fig. 29) in die Dammhöhe und nunmehr gleicht die Anlage bis auf den Unterbua schon ganz einer Hochbahnstation, in welche sie sich im letzten Teile endlich auch bezüglich der Tragpfeiler und Brückenunterlage vollständig umgewandelt hat. Während die früher erwähnte 4,50 m breite Stiege (vergl. Fig. 26 u. 28) von der Rue Alboni nach abwärts den Zutritt zur Station Quai de Passy vermittelt, ist noch eine zweite, ebenso breite Zugangstreppe (vergl. Fig. 29 und 30) vorhanden, welche vom Quai zur Fahrkartenausgabestelle, bezw. zu den Bahnsteigen der Station emporführt.

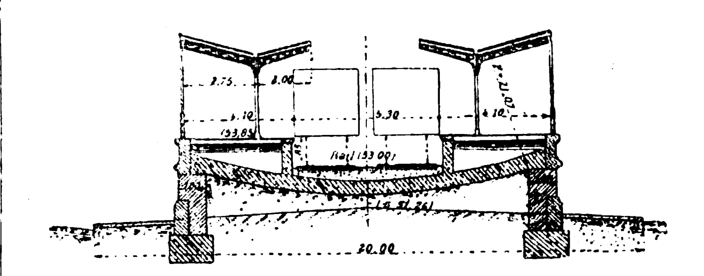


Fig. 33.
Querschnitt der Station „Rue Corvisart“.

Ganz hübsch erweist sich auch die Lösung hinsichtlich der Stationsanlage auf der Place Saint-Jacques (Fig. 31 u. 32), insofern hier die im offenen Einschnitt angeordnete Haltestelle durch einen aus Glas und Eisen ausgeführten Pavillon überbrückt ist, der die Fahrkartenausgabestelle enthält und den Verkehr zwischen den beiden Bahnsteigen vermittelt, bezw. den Durchgang bildet zu den beiden unmittelbar an den Bahnsteigen mündenden, 2 m breiten Treppen. Auch die Stationsanlage der Rue Corvisant (Fig. 33) besitzt ihre Eigentümlichkeit, indem sie dem Normale für Hochbahnstationen nachgebildete Durchführung der Bahnsteige mit den verglasten Seitenwänden und Pultdächern von einem liegenden Sohlengewölbe mit Parapetmauern getragen wird, welches auf einer Betonschüttung ruht, die zwischen zwei, je 1 m starke Futtermauern aufgestampft ist.

(Fortsetzung folgt.)

Elektrisch betriebene Hauptbahnen.

Ueber die bisherigen Betriebsergebnisse des elektrischen Betriebes auf Hauptbahnen und die Einrichtung der inzwischen dem Betriebe übergebenen elektrischen Zugbeförderungsanlage Berlin—Lichterfelde hielt in der Versammlung des Vereins für Eisenbahnkunde in Berlin Herr Geh. Baurat *Bork* einen Vortrag, welcher in dem Heft No. 622 „Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen“ veröffentlicht wurde. Die wichtigsten dieser Angaben und Ausführungen seien im Nachstehenden wiedergegeben. Der Vortragende behandelte besonders die Ergebnisse der oben genannten Wannseebahnstrecke, da bei dieser sehr eingehende Aufzeichnungen gemacht wurden. Insbesondere wandte sich der Vortrag den Betriebsergebnissen zu, nachdem die Einrichtung der Zugförderungsanlage in Glasers Annalen Bd. 47, No. 563 ausführlich beschrieben war.

Der *Wattstundenverbrauch* ergab sich im Zuge und Mittel für das Tonnenkilometer zu 22,0 Wattstunden im Sommer und 23,3 Wattstunden im Winter; im Kraftwert zu 27,1 Wattstunden im Sommer und 29,4 Wattstunden im Winter.

Die *Wirkungsgrade* bezifferten sich bei dauerndem Parallelbetriebe zwischen Dynamomaschinen und Batterien wie folgt: Speiseleitungen 0,977, Streckenleitungen 0,964 und Batterien 0,910.

Der *Leitungs-* und *Isolationswiderstand.* Für 1 km Hin- und Rückleitung der zweigleisigen Strecke hatte sich anfänglich ein Widerstand von 0,0449 Ohm ergeben, welcher sich dann auf 0,04 Ohm verringern liess. Der kleinste, beobachtete Isolationswiderstand für eine 1 km eingleisige Strecke betrug 16000 Ohm und im Mittel 500000 Ohm. Der Isolationsverlust betrug daher bei rund 25 km Leitungslänge und 700 Volt Spannung 0,035 Ampère, bezw. 22,5 Watt.

Die *Streckenleitungen*, Akkumulatoren und elektrische Ausrüstung des Zuges haben sich im allgemeinen gut bewährt.

Die *Motoren* haben wohl den Anforderungen entsprochen, doch mussten die Motorlager wegen des grossen Oelverbrauches bemängelt werden. Die Wicklungen der Magnetschenkel liessen anfangs bei stärkerer Inanspruchnahme durch zu grosse Erwärmung Isolationsschäden zu.

Die *Stromabnehmer* haben in den verschiedensten Ausführungsformen sämtlich den Anforderungen entsprochen. Zugeschrieben wird dieser günstige Zustand der Anbringung der Abnehmer an den Achsbuchsen, wodurch die relativen Bewegungen der Stromabnehmer zu den Leitungsschienen auf das geringste Mass beschränkt wurde.

Der Bau der *Motorwagen* hatte sich als vorteilhaft erwiesen. Die Motoren, welche direkt auf den Achsen sitzen, führten nur zu sehr unbedeutenden Abnutzungen der Reifen. Auch verschiedenartige Anbringung hat wesentliche Unterschiede in der Abnutzung der Radreifen nicht herbeigeführt. Stösse und Zerrungen sind auch bei der An- und Abfahrt und bei dem Bremsen nicht vorgekommen, und sind die Ergebnisse eines solchen elektrisch betriebenen Zustandes günstiger, als bei dem Lokomotivbetrieb gewesen.

Von der *elektrischen Heizung* musste der erheblichen Stromkosten halber abgesehen werden.

Auch die elektrische *Bremsung* wurde verworfen, weil

diese den Luftdruckbremsen nicht überlegen ist und wirtschaftliche Vorteile nicht bietet.

Die elektrische *Beleuchtung* hat beträchtliche Schwankungen in der Lichtstärke beim Anfahren gezeigt und wurde zuletzt wieder die Gasbeleuchtung eingeführt. Dieser Uebelstand wird durch geeignete Massnahmen aber wieder beseitigt werden können.

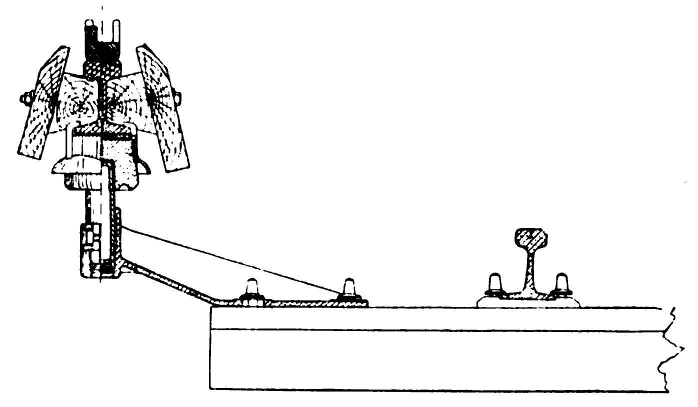


Fig. 1.

Die *Betriebskosten* wurden in einer vergleichenden Zusammenstellung für 1000 Zugnutzkilometer zu 1065,90 M. für den elektrischen und zu 1065,50 M. für den Lokomotivbetrieb unter gleichen Betriebsverhältnissen ermittelt.

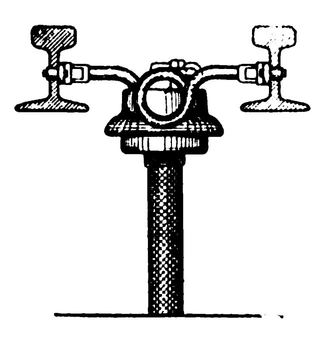


Fig. 3.

Stromzuführung zur Strecke bei einer Betriebsspannung in der Kraftstation von 550 Volt mit Gleichstrom durch drei eisenbandarmierte Bleikabel von je 500 qmm und längs der Strecke durch die isolierte sogenannte dritte Schiene erfolgt. Diese besteht aus besonders gut leitendem Eisen, Normalprofil No. 8, von 15 m Länge und 41 Kilo f. d. laufenden Meter, bei einer Leitungsfähigkeit von etwas über 8 statt 5,3, wie bei den normalen Stahlschienen. Die Anordnung auf der freien Strecke zeigt Fig. 1.

Der Stahlgussträger trägt den Isolator, bestehend aus einer Stütze, einer Stahlkappe und dem Isolationskörper. Letzterer ist aus künstlichem Granit hergestellt. Zu beiden Seiten sind Schutzbretter.

Die elektrische Verbindung der dritten Schiene ist in Fig. 2 abgebildet. Je drei Schienen sind zusammengeschweisst und damit bei je 45 m ein aus dehnbarer Schienenverbinder angebracht.

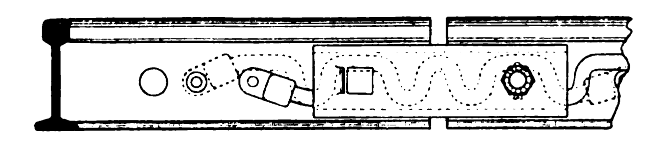


Fig. 2.

Bei den Speisepunkten und Abteilungsausschaltern wird das Kabel nicht direkt an die dritte Schiene angeschlossen, sondern es wurden zum Zwecke des Schutzes vor atmosphärischen Entladungen Induktionsspulen dazwischen geschaltet (Fig. 3). Zur Verhinderung des Wanderns der dritten Schiene wurde diese in Abständen von 1 km verankert.

Die Stromführung am Abteilungsisolator wird durch Fig. 4 veranschaulicht. Fig. 5 zeigt die Abnahme des Betriebsstromes mittels doppelten Stromabnehmers. Diese sind

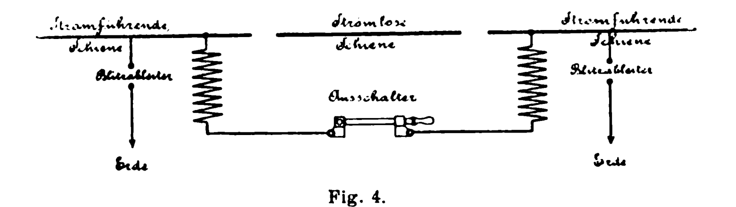


Fig. 4.

Mithin ist der Dampfbetrieb nur unbedeutend billiger, als der elektrische Betrieb auf Vollbahnen.

Als *Vorzüge des elektrischen Betriebes* gegenüber dem Dampfbetrieb wurden hervorgehoben die bessere und leichtere

an demjenigen Untergestell angebracht, in welchem die Motoren eingebaut sind.

Fig. 6 zeigt den Führerabteil mit den Schalt- und Sicherungseinrichtungen. Ein auf der Walze angebrachter

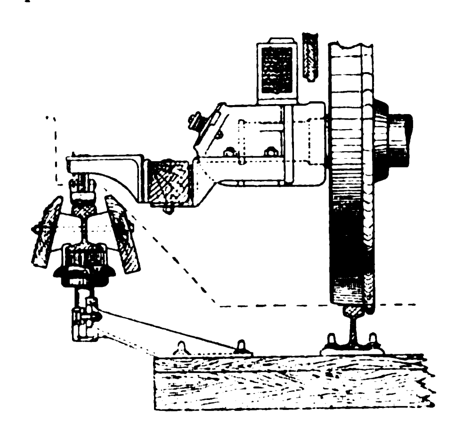


Fig. 5.

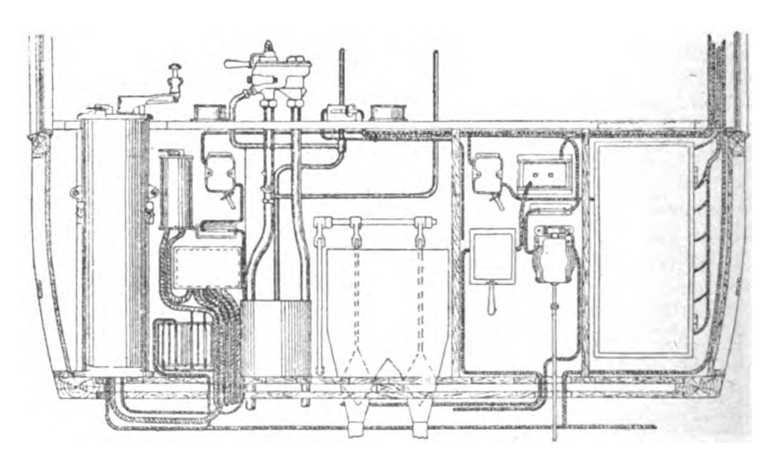


Fig. 6.

Anpassungsfähigkeit an die Verkehrsbedürfnisse, die Beseitigung der Rauch- und Russplage, weitgehendste Steigerung des Adhäsionsgewichtes, Erzielung grösserer Anfahrtsbeschleunigung und verringerte Abnutzung des Oberbaues.

Ueber den *konstruktiven Teil* sei angeführt, dass die

Druckknopf muss von dem Wagenführer vor dem Einschalten niedergedrückt werden, um die elektrische Verbindung zwischen der Stromleitung zu den Schaltleitungen herzustellen. Lässt der Führer den Druckknopf los, so wird die Verbindung unterbrochen, den Motoren kein Strom zugeführt und ein führerloses Weiterfahren des Zuges verhindert. *H.*



Einiges über die Korrosion der Metalle im Seewasser.

Aus der unter diesem Titel in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses, 1903, Heft 3 bis 5 veröffentlichten Abhandlung bringen wir die hauptsächlichsten Ergebnisse der vom Torpedo-Stabsingenieur *Diegel* ausgeführten Untersuchungen kurz zur Kenntnis unserer Leser.

I. *Nickelkupfer* mit 20 und 42 v. H. Nickelgehalt zeigte ähnliche Festigkeitseigenschaften wie weicher Flusstahl. Diese Legierungen sind im erwärmten Zustande schmiedbar; kalt lassen sie sich mit schneidenden Werkzeugen leicht bearbeiten. Ihre Seewasserbeständigkeit erwies sich als gut. Das Nickelkupfer leidet weniger, wenn es mit anderen Metallen in Verbindung steht, als wenn es für sich allein dem Seewasser ausgesetzt ist. In der Berührung mit Eisen wird Nickelkupfer vollständig geschützt; andere Kupferlegierungen werden im Seewasser in Berührung mit Nickelkupfer aber verhältnismässig stark angegriffen.

Das Nickelkupfer findet in der Industrie bereits in verschiedenen Zusammensetzungen Verwendung zu Geschossmänteln, Münzen, Widerstandsdrähten u. s. w. Seine Färbung wird um so weisser und schöner, je höher der Nickelgehalt ist.

Die Legierungen aus Kupfer, Nickel und Zink, die unter den Bezeichnungen „Neusilber", „Argentan" u. s. w. zu gewerblichen Zwecken verwendet werden, sind warm nicht bearbeitbar.

II. Zinkreiche Kupferlegierungen ohne und mit Nickelzusatz. Die Legierungen aus Kupfer und Zink leiden im Seewasser stärker als andere Kupferlegierungen. Bei grösserem Zinkgehalte vermindert sich nicht nur der Querschnitt infolge äusserer Anfressungen, sondern es wird auch das Zink aus dem Inneren des Materials ausgelaugt, wodurch dieses erheblich an Festigkeit verliert und schliesslich so zerbrechlich wird, wie gebrannter Ton. Die Erprobungen haben nun ergeben, dass das Auslaugen des Zinkes erst bei einem Zinkgehalte von mehr als 24 v. H. in bedenklichem Masse eintritt. Das Auslaugen des Zinkes ergab sich bei Stäben von gleichen Abmessungen aus verschiedenen Legierungen durch das Verhältnis zwischen Querschnittsabnahme und Gewichtsverlust. Dieses Verhältnis betrug

bei Kupfer mit 24 v. H. Zink = 100 : 297
„ „ „ 28 „ „ „ = 100 : 1630
„ „ „ 42 „ „ „ = 100 : 2620.

Durch den Zusatz von 15 v. H. Nickel wird das Auslaugen des Zinkes, selbst bei einem Zinkgehalte der Legierung von rund 40 v. H., nahezu ganz verhindert. Vielleicht genügt für diesen Zweck auch schon ein geringerer Nickelzusatz.

III. Gewichtsverlust verschiedener Metalle im Seewasser. Allseitig bearbeitete Platten aus Eisen, Kupfer und Kupferlegierungen, die unter gleichen Verhältnissen so in das Seewasser eingehängt wurden, dass sie nicht mit anderen Metallen in Berührung standen, erlitten in 12 Monaten auf 1 qdm Oberfläche folgende Gewichtsverluste:

Flusseisen mit 0,44 v. H. *Mn* und 0,071 v. H. *P* = 9,015 g
Kupfer (Elektrolyt) . . . . = 0,563 „
Zinnbronze mit 3,5 v. H. *Sn* (schmiedbar) . . . = 1,638 „
Zinnbronze mit 11 v. H. *Sn* . . . . = 1,470 „
Bronze mit 8 v. H. *Sn* und 4 v. H. *Zn* . . . = 2,303 „
Eisenbronze mit 42 v. H. *Zn* und 0,5—1 v. H. *Fe* = 4,575 „
Aluminiumbronze mit 9 v. H. *Al* . . . . . . = 0,600 „
Nickelkupfer mit 42 v. H. *Ni* . . . . . . = 2,162 „
Nickelkupfer mit 20 v. H. *Ni* . . . . . . = 1,848 „

In metallischer Berührung mit Eisen wurden sämtliche Kupferlegierungen nahezu vollkommen gegen die Einwirkung des Seewassers geschützt, das Eisen erlitt aber einen um so grösseren Gewichtsverlust. Auch die Kupferlegierungen wirken gegenseitig mehr oder weniger zerstörend bezw. schützend aufeinander ein.

Eisenbronze, die in Verbindung mit Phosphorbronze dem Seewasser ausgesetzt war, wurde *ohne* Eisenschutz rasch zerstört; unter gleichen Verhältnissen, aber *mit* Eisenschutz, litt sie dagegen fast garnicht, und zwar auch dann nicht, wenn das Eisen nur mit der auf Zerstörung wirkenden Phosphorbronze in Berührung stand. Hieraus ergibt sich, dass eine unmittelbare Berührung des schützenden und des zu schützenden Metalles nicht erforderlich ist, dass es vielmehr genügt, wenn das Schutzmetall nur mit dem auf Zerstörung wirkenden Metalle in Berührung steht oder mit dem zu schützenden in anderer Weise leitend verbunden ist. Soll z. B. Eisen durch Zink gegen die zerstörende Einwirkung von Bronze geschützt werden, so ist es zulässig, das Zink nur an der Bronze zu befestigen. Der Schutz wird aber nur dann ausreichend sein, wenn die Oberfläche des Zinkkörpers genügend gross ist und dieser nicht in zu weiter Entfernung von dem zu schützenden Eisen angebracht wird.

IV. Kupfer. In einigen Fällen wurde reines Kupfer rasch durch Seewasser zerfressen, während Kupfer mit reichlichem Arsengehalte unter gleichen Verhältnissen gut erhalten blieb. Die auf Grund dieser Erfahrungen angestellten Erprobungen führten zu folgenden Ergebnissen:

a) Reines (Elektrolyt) Kupfer und hüttenmässig dargestelltes, sehr unreines Kupfer verhielten sich im Seewasser nicht erheblich verschieden, wenn die einzelnen Kupfersorten von einander isoliert waren. Auch in kohlensäurehaltigem Seewasser zeigte sich bei reichlicher Zuführung von atmosphärischer Luft dasselbe Ergebnis.

b) Stäbe aus Elektrolytkupfer, die im Seewasser mit arsenreichem Kupfer in Berührung standen, erlitten an den Kanten Anfressungen.

c) Eine an der Oberfläche bis auf einige kleine Stellen mit Harn oxydierte Platte aus Elektrolytkupfer erlitt im Seewasser an den blank gewesenen Stellen tiefere Einfressungen. Danach ist anzunehmen, dass das Kupfer mit seinen Zersetzungsprodukten im Seewasser ein galvanisches Element bildet, in dem das Metall Anode ist und gelöst wird.

d) Ein erheblicher Unterschied in dem Verhalten von umgeschmolzenem und nicht umgeschmolzenem Elektrolytkupfer war nicht bemerkbar.

e) Geglühtes Kupfer wurde im Seewasser nahezu doppelt so stark angegriffen, als kalt verdichtetes mit etwa fünfmal so hoher Festigkeit an der Streckgrenze.

f) Die Verzinkung schützt das Kupfer nur für kurze Zeit. Nach der Zersetzung des Zinkes korrodiert das Kupfer umso stärker.

g) In der Berührung mit Eisen wird das Kupfer beträchtlich gegen die Einwirkung des Seewassers geschützt, jedoch nicht vollständig.

V. Anfressungen in den Kupferrohren auf Schiffen. Die Kupferrohre der zum Herbeibringen von Seewasser oder zum Fortschaffen des Leckwassers dienenden Schiffspumpen werden in neuerer Zeit oft sehr rasch zerfressen. Die Anfressungen entstehen in der Berührung des Kupfers mit dem Seewasser, also im Inneren der Rohre. Sie treten am häufigsten in der Nähe der Lötstellen auf, an denen das Kupfer stark erhitzt worden ist. Zunächst bilden sich Gruben, die allmählich an Tiefe zunehmen und schliesslich die Rohrwandung durchdringen.

Die ausgeführten Untersuchungen lassen vermuten:

a) dass die Anfressungen auf den galvanischen Strom zurückzuführen sind, der zwischen dem Kupfer und seinen Oxydationsprodukten im Seewasser entsteht,

b) dass Kupfer mit reichlichem Arsengehalte (etwa 0,5 v. H.) den Anfressungen besser widersteht, als reines Kupfer.

Es wird deshalb die Erprobung von Röhren aus Kupfer mit rund 0,5 v. H. Arsen empfohlen. Kupfer mit 0,6 v. H. Arsengehalt zeigte sich noch gut bearbeitbar und ebenso zähe, wie reines Kupfer. Auch Kupfer mit reichlichem Nickelzusatz widersteht den Anfressungen vermutlich besser, als reines Kupfer.

Das Schützen der Kupferrohre durch Zink oder durch einen einzuführenden elektrischen Strom würde nur dann

Aussicht auf Erfolg bieten, wenn es möglich wäre, den Zinkschutzkörper bzw. eine als Anode dienende, isolierte Metallstange durch den ganzen Rohrstrang hindurchzuführen. Das stösst aber auf Schwierigkeiten in der praktischen Ausführung und im Betriebe.

Bei der Zerstörung der Saugerohre von Zirkulationspumpen für Kondensatoren und der Flügelräder dieser Pumpen wirkt vielleicht noch ein elektrischer Strom mit, der durch das Rotieren der Flügelräder im Seewasser erzeugt wird. Dass durch das Rotieren der Schiffsprozeller im Seewasser ein elektrischer Strom entsteht, wurde nachgewiesen.

VI. Der Einfluss von Phosphor und Nickel im Eisen auf dessen Seewasserbeständigkeit.

1. Einfluss des Phosphors.

Bei allen bisherigen Versuchen war ein Einfluss des grösseren oder geringeren Phosphorgehaltes im Eisen auf dessen Neigung zum Verrosten nicht in die Erscheinung getreten. Die Versuche hatten sich aber nur auf die Erprobung in der Atmosphäre erstreckt, oder es waren die einzelnen Eisensorten voneinander isoliert dem See- bezw. Kesselwasser ausgesetzt worden. Erfahrungen aus der Praxis liessen nun vermuten, dass zwei Eisensorten von verschiedenem Phosphorgehalte, die im See- oder Kesselwasser miteinander in metallischer Berührung stehen, gegenseitig auf Zerstörung bezw. Schutz einwirken. Es wurde angenommen, dass sich in solchem Falle ein galvanisches Element bilde, in dem das phosphorärmere Eisen die Anode sei und stärker angegriffen werde, als bei isolierter Aushängung im Seewasser, während das phosphorreichere Eisen — die Kathode — mehr oder weniger geschützt werde.

Ein zunächst angestellter Versuch, bei dem Martineisen mit 0,006 v. H. Phosphor und Bessemereisen mit rund 0,1 v. H. Phosphor in metallischer Berührung dem Seewasser ausgesetzt wurden, bestätigte die Vermutung. Durch einen umfangreicheren Versuch mit Eisen von weniger als 0,01, sowie von 0,062; 0,09; 0,23; 0,45; 0,84; 0,85 und 1,08 v. H. Phosphorgehalt sind dann nicht nur je zwei in Berührung stehende Eisensorten im Seewasser erprobt worden, sondern es wurde auch die Einwirkung des Seewassers auf einzelne, von einander isoliert eingehängte Platten ermittelt, die bis zur halben Höhe eingetaucht waren. Die Erprobung der je aus zwei Eisensorten bestehenden Versuchsstücke fand sowohl im freien Seewasser des Kieler Hafens, als auch in grösseren Behältern statt, in denen das Seewasser oft erneuert wurde. Die einzeln eingehängten Platten sind nur in Behältern mit Seewasser erprobt worden. Die Ergebnisse dieses Versuches waren kurz folgende:

a) Von zwei im Seewasser miteinander in metallischer Berührung stehenden Eisensorten mit verschiedenem Phosphorgehalte wird die phosphorreichere mehr oder weniger geschützt, die phosphorärmere aber umso stärker angegriffen. Bei zwei in der Praxis vorkommenden Eisensorten mit gleich grosser Oberfläche und einem Unterschiede im Phosphorgehalte von 0,08 v. H., die miteinander in Berührung standen, betrug der Gewichtsverlust auf 1 qdm Oberfläche

	Im Hafen erprobt g	In einem Behälter erprobt g
Anode. Eisen mit weniger als 0,01 v. H. P =	11,7	4,3
Kathode. Eisen mit 0,09 v. H. P =	3,7	2,15

Im Hafen war also der Gewichtsverlust des phosphorärmeren Eisens rund 3 Mal so gross, als der des phosphorreicheren.

b) Der Einfluss des Phosphors wächst bei grösserem Unterschiede im Phosphorgehalte zweier Eisensorten als 0,08 v. H. nicht mehr erheblich; die in der Praxis vorkommenden geringen Unterschiede im Phosphorgehalte haben einen unverhältnismässig stärkeren Einfluss als grössere Unterschiede.

c) Das phosphorärmere Eisen wird um so stärker angegriffen, je kleiner dessen Oberfläche im Verhältnisse zu derjenigen des phosphorreicheren Eisens ist. Bei umgekehrtem Oberflächenverhältnisse wird das phosphorreichere Eisen am besten geschützt. Unter bestimmten Oberflächenverhältnissen wurde das phosphorärmere Eisen rund 6—14 Mal so stark angegriffen, als das phosphorreichere.

d) Bei den halb eingetauchten Platten, von denen jede für sich isoliert war, hat sich der Einfluss des Phosphors ebenfalls bemerkbar gemacht, wenn auch nicht in so hohem Masse. Mit steigendem Phosphorgehalte nimmt der Gewichtsverlust ab. Der Gewichtsverlust von Eisen mit weniger als 0,01 v. H. Phosphor verhält sich zu dem des Eisens mit 0,09 v. H. Phosphor rund wie 7 : 6.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich wohl auch erklären, dass das Schweisseisen in der Regel der Korrosion besser widersteht, als das Flusseisen. Ersteres ist im Durchschnitte reicher an Phosphor als letzteres und wird daher, wenn es im See- oder Kesselwasser mit Flusseisen in Berührung steht, in der Regel weniger angegriffen werden als dieses. Es kann aber auch der Fall eintreten, dass Schweisseisen ärmer ist an Phosphor als Flusseisen, mit dem es in Berührung steht, und dann stärker leidet, als das Flusseisen.

2. Einfluss des Nickels.

Nickelstahl mit 6 und 30 v. H. Nickel, sowie nickelfreies Eisen sind in gleicher Weise erprobt worden, wie die Eisensorten von verschiedenem Phosphorgehalte. Die Ergebnisse waren kurz folgende:

a) Stehen zwei Eisensorten von erheblicher Verschiedenheit im Nickelgehalte im Seewasser miteinander in metallischer Berührung, so wird das nickelreichere Material ganz oder zum Teil gegen Korrosion geschützt, das nickelfreie oder nickelärmere Eisen aber umso stärker angegriffen.

b) Bei einem Unterschiede im Nickelgehalte beider Eisensorten von 6 v. H. wurde das nickelreichere Material nur noch eben merklich angegriffen, bei einem Unterschiede von 23,5—30 v. H. garnicht mehr. Im ersteren Falle war der Gewichtsverlust des nickelfreien bezw. nickelärmeren Eisens rund $1^1/_2$ Mal, im letzteren Falle rund doppelt so gross, als bei der Einwirkung des Seewassers auf das von anderen Metallen isolierte Material.

c) Die Oberflächen beider Eisensorten eines jeden Versuchsstückes standen in dem Verhältnisse 1 : 1. Bei anders gewählten Oberflächenverhältnissen steigert oder verringert sich die Einwirkung auf Zerstörung oder Schutz wahrscheinlich.

d) Bei den halb eingetauchten Platten, von denen jede für sich isoliert eingehängt war, hat der Nickelgehalt die Korrosion ebenfalls erheblich beeinflusst. Die Gewichtsverluste stehen in dem Verhältnisse:

Harter Martinstahl mit 0,062 v. H. Phosphor . = 100
Nickelstahl 6 prozentig . . . . = 65
Nickelstahl 30 prozentig . . . . = 26,6

oder

Flusseisen mit weniger als 0,01 v. H. Phosphor = 100
Nickelstahl 6 prozentig . . . . = 55,7
Nickelstahl 30 prozentig . . . . = 22,9

Die für sich allein (isoliert) eingehängte Platte aus 30 prozentigem Nickelstahle hatte zwar im ganzen wenig an Gewicht verloren, sie zeigte aber am unteren Ende örtliche Anfressungen von beträchtlicher Tiefe.

Die durch Messungen festgestellte Spannungsreihe der erprobten Eisensorten für Seewasser steht in Uebereinstimmung mit den bei der Erprobung im Seewasser eingetretenen Gewichtsverlusten.

Erleichterung in der Momentenbestimmung für Eisenbahnbrückenträger.

Wenn man die Momente in einem Eisenbahnbrückenträger mittels einer Tabelle berechnen will und diejenigen Stellungen des Belastungszuges sucht, welche den Höchstwert in einem gewissen Punkt geben können, muss man, was ich als bekannt voraussetze, verschiedene kleine Rechnungen ausführen, erst einige Subtraktionen, bevor man die Tabelle anwenden kann, und hierauf zwei Divisionen. Bei den ersteren muss man die Achsenentfernung des Zuges im Kopf haben, und wird die



Aufmerksamkeit des Arbeitenden ziemlich stark in Anspruch genommen. Man kann indessen jede Berechnung vermeiden durch die Anwendung einer graphischen Methode, die nur verlangt, dass man ein für alle Mal seinen Belastungszug in einer bestimmten Weise aufzeichnet.

In Fig. 1 stellen die Punkte 9' 8' ..... 89 den Belastungszug dar, wobei 1 cm der Figur 4 m in Wirklichkeit darstellt. Unterhalb der Radreihe sind die Raddrücke als Längen zur Darstellung gebracht, wobei 1 cm in der Figur das Gewicht von 10 t zum Ausdruck bringt. Mit den gewählten Masstäben werden die zwei Punktreihen ungefähr mit einander gleichen Schritt halten; die Räder 1', 2' ..... sind ferner mit den Pfeilspitzen der entsprechenden Raddrücke verbunden, und da diese so gezeichnet sind, dass sie nach links zeigen, wird jeder Raddruck für die durch das entsprechende Rad gezogene Linie nach rechts liegen. Nachdem die Radnummern auf die entsprechenden Linien eingeschrieben sind, wird das Ganze aufgezogen und ausgeschnitten. Das Verfahren — welches nur dann mit Vorteil angewandt wird, wenn die Einflusslinie ein Dreieck ist, also für direkt belastete Balken und für die Knotenpunkte, wenn indirekte Belastung eintritt — ist sehr einfach, wie folgendes Beispiel zeigen wird:

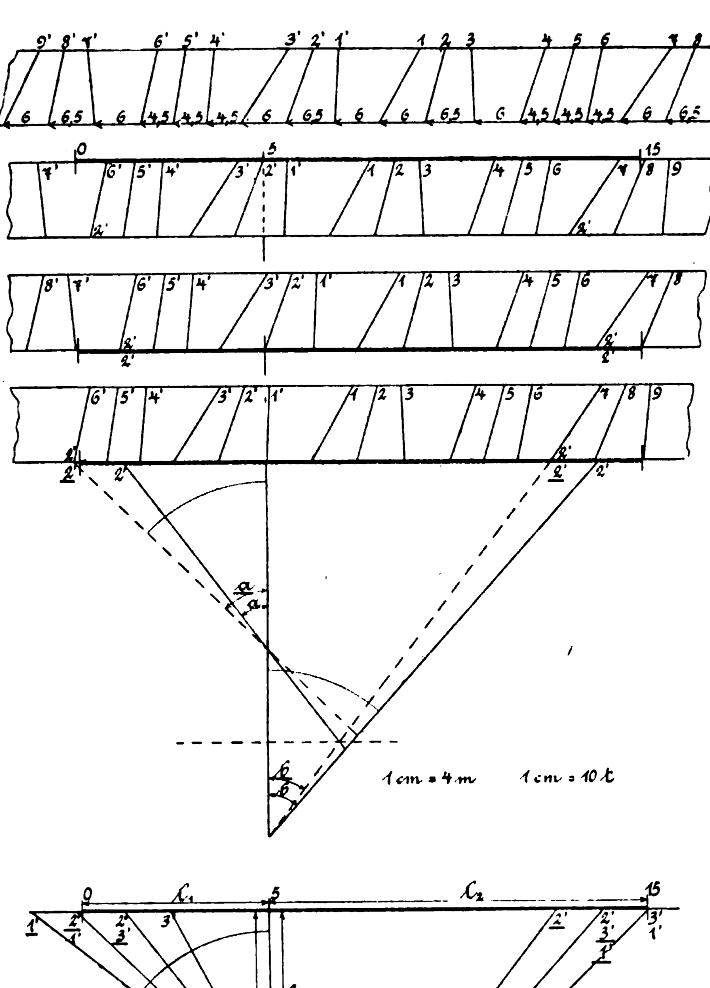


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Der Träger sei 30 m lang und in 15 Fächer, zu je 2 m, geteilt. Man sucht diejenigen Stellungen des Belastungszuges, welche ein Höchstwert des Moments in Punkt 5 geben können.

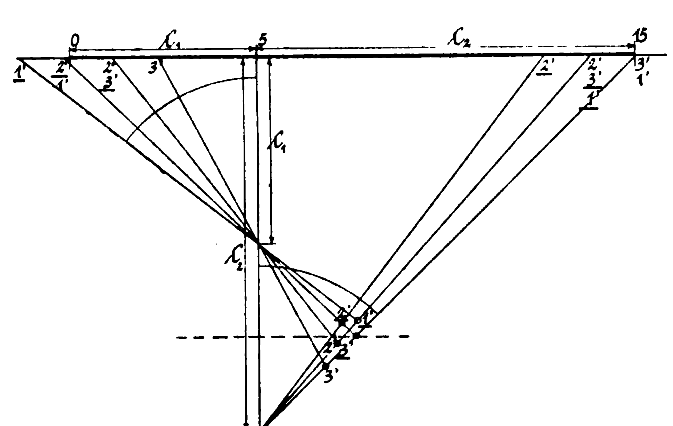


Fig. 5.

Man zeichnet dann den Träger (Fig. 5) in demselben Masstab wie den Belastungszug (1 cm = 4 m) auf, errichtet ein Lot im Punkte 5 und trägt auf diesem l_1 und l_2, beide von Punkt 5 aus, ab, wobei l_1 und l_2 die zwei Stücke sind, in welche Punkt 5 den Träger teilt. Werden die Kräfte links von Punkt 5 mit P_1 bezeichnet, die Kräfte rechts davon mit P_2, so ist die Bedingung dafür, dass ein Höchstwert eintritt:

$$\frac{\Sigma P_1}{l_1} \gtrless \frac{\Sigma P_2}{l_2}$$

$$\Sigma P_1 < \Sigma P_2$$
$$l_1 > l_2$$

je nachdem die Kraft in 5 zur rechten oder linken Seite gerechnet wird. Man legt jetzt den Belastungszug und zwar mit „der Radseite“ gegen den Balken (Fig. 2), z. B. so, dass 2' auf 5 fällt, sieht zu, welche Raddrücke auf den Balken fallen und schreibt ein kleines 2' mit Bleistift auf die äussersten Verbindungslinien; verschiebt ferner den Zug so, dass „die Kraftseite“ auf den Balken zu liegen kommt (Fig. 3), und dass der zweite Endpunkt von 2' auf 5 fällt und bezeichnet jetzt die zwei Endpunkte der aufgeschriebenen Linien gleichfalls mit einem 2'. Die Entfernungen der zwei Punkte von 5 sind gleich ΣP_1 bezw. gleich ΣP_2, wobei die Kraft 2' zur rechten Seite gezählt ist. Wird jetzt der Zug so viel nach links geschoben (Fig. 4), dass der nächste Punkt auf 5 fällt, und werden dieselben Endpunkte wieder markiert, diesmal z. B. mit $\underline{2}'$, so erhalten wir ΣP_1 und ΣP_2, wenn 2' links eingerechnet ist. Die gefundenen Punkte werden, so wie die Figur zeigt, mit den Punkten auf dem Lot verbunden, und man hat dann:

$$tg\,a = \frac{\Sigma P_1}{l_1},\quad tg\,b = \frac{\Sigma P_2}{l_2}$$

oder

$$tg\,\underline{a} = \frac{\Sigma P_1}{l_1},\quad tg\,\underline{b} = \frac{\Sigma P_2}{l_2}$$

je nachdem die Kraft 2' rechts oder links mitgezählt wird, und die Bedingung für ein Höchstwert wird also: $tg\,b > tg\,a$ und $tg\,\underline{a} > tg\,\underline{b}$ oder $b > a$ und $\underline{a} > \underline{b}$. Die Winkel können leicht mit dem Zirkel auf zwei kongruenten Kreisen abgemessen werden. Um diese Messung zu vermeiden, kann man ein Mittellot auf der Strecke $l_2 - l_1$ der Senkrechten in 5 errichten und die Schnittpunkte der zusammengehörigen Strahlen suchen; diese müssen dann auf verschiedene Seiten des Lots fallen, wenn ein Höchstmoment eintreten soll (gemäss des Dreieckssatzes: Dem grösseren Winkel liegt die grössere Seite gegenüber). Die angegebene Zugstellung kann also ein Höchstwert geben. In Wirklichkeit führt man freilich die Untersuchung nicht sofort für jede Zugstellung bis zum Ende durch, sondern begnügt sich damit, die Punkte für diejenigen Stellungen zu markieren, von welchen man voraussetzt, sie könnten in Frage kommen, und zieht dann zum Schluss sämtliche Strahlen. Fig. 5 zeigt, wie die Zeichnung aussieht, wenn man 1', 2' und 3' nach einander über 5 fallen liess, woraus sich ergibt, dass nur 2' ein Höchstwert geben kann. Man sieht leicht ein, dass die Untersuchung vollständig mechanisch vor sich geht, in kurzer Zuasmmenfassung des Obigen also in folgender Weise: Nachdem man bestimmt hat, dass man mit Rad No. x den Versuch machen will, legt man den oberen Endpunkt der x-Linie auf den jeweiligen Punkt des Trägers (im obigen Beispiel Punkt 5), dann ihren unteren Endpunkt ebenso und verschiebt endlich den Zug nach links (wenn der Belastungszug wie hier gezeichnet ist). Hat man ein für alle Mal den Belastungszug aufgezeichnet, so führt die Methode sehr schnell zum Ziel, und nachdem der Balken und die zwei Lote gezeichnet sind, braucht man nichts anderes als einen Bleistift und ein Lineal. Dieses Verfahren ist infolgedessen wohl geeignet, mit den Berechnungen Hand in Hand zu gehen, deren Genauigkeit es ja in keiner Weise beeinträchtigt.



Bücherschau.

Grundriss der Elektrotechnik für technische Lehranstalten von Dr. phil. *Wilhelm Brüsch.* Leipzig 1902. B. G. Teubner.

Der in jeder Hinsicht gutgeschriebene Leitfaden gibt in seiner erfrischenden Ausdrucksweise 20 von dem Verfasser gehaltene Vorträge wieder. Die kurz gefassten, von schönen Abbildungen begleiteten Ausführungen dürften sogar den Fachmann nicht bereuen lassen, dem Verfasser auf diesem Wege in seinen Vorträgen zu folgen und kann der Leitfaden den Studierenden, den technischen Beamten und vorgebildeteren Laien nur empfohlen werden.

Eine Frage ist zu stellen: Warum werden bei der sonst umfassenden Behandlung die elektrischen Strassenbahnen, die Telephonie und die Telegraphie ganz ausser Acht gelassen? *H.*

Der Entwurf B eines Reichsgesetzes; betreffend die Sicherung der Bauforderungen, nebst einem Anhange, die Verluste der Baulieferanten durch die Zwangsversteigerungen. Von *O. Reinhardt,* Dresden 1902. C. Weiske.

Das 54 Seiten starke Schriftchen gibt interessante Randbemerkungen zu dem Gesetzentwurfe betreffend die Sicherung der Bauforderungen und weist nachdrücklich auf die Misstände hin, die bei Spekulationsbauten herrschen. Diese Misstände sind allerdings dringend genug, wie selbst der beim Bauwesen nicht beteiligte bei einiger Aufmerksamkeit leicht bemerken kann. Sind doch oft genug auf Grundstücken Schilder angebracht, mit etwa der Inschrift: Baustellen mit Baugeld zu verkaufen. Die Vorschläge des Verfassers gipfeln wesentlich in einer Aufforderung an die Baulieferanten, sich zu Schutzgemeinschaften zusammenzuschliessen, die die Wahrung ihrer Interessen sogenannten Bauherren und deren Hintermännern gegenüber kräftig die Hand nehmen sollen. *Rauter.*

Praktischer Ratgeber bei Herstellung der Druckleitungen aus Steinzeugrohren für kleinere Wasserleitungen. Von *O. Reinhardt,* Dresden 1902. C. Weiske.

Das kleine Heftchen von 23 Seiten Text beschreibt in anregender Weise die Ausführung einer Druckwasserleitung aus Steinzeugrohren, wie sie von dem Verfasser für eine kleinere Ortschaft ausgeführt worden ist. Eine Tafel mit Abbildungen erläutert Einzelheiten der Konstruktion. Die Arbeit wird jedenfalls überall da anregend wirken können, wo man wegen ihrer Kostspieligkeit von eisernen Leitungen absehen will, und wo man sich andererseits auch den Vorteil zu Nutze machen möchte, dass Steinzeugrohre von Wasser durchaus nicht angegriffen werden und diesem in keiner Weise irgend einen Geschmack erteilen. Auszusetzen wäre nur, dass der Verfasser auf Seite 14 für das Verdichten der Muffen echt englischen Portlandzement vorschreibt, was zu der Annahme verleiten könnte, dass deutscher Portlandzement es nicht wenigstens ebenso gut täte. *Rauter.*

Die Abwärmekraftmaschine. Von *Gottlieb Behrend,* Halle 1902. Wilh. Knapp.

Im Jahre 1892 erhielten die Herrn *Behrend* und Dr. *Zimmermann* ein Patent auf eine Maschine, mit deren Hilfe sie beabsichtigten, die in Wasser und Luft enthaltene Wärmeenergie in Arbeit zu verwandeln. Dass das zur Umwandlung nötige Temperaturgefälle nicht vorhanden war, beachteten sie ebensowenig, wie die vielen anderen „Erfinder" sogenannter Solarmaschinen. Ihre Maschine war also, was den im Patent angegebenen Zweck anbetrifft, von vornherein aussichtslos.

Behrend fand aber bald das Gebiet, wo seine Maschine Nutzen stiften konnte, und im vorliegenden Heftchen werden die vier Vorträge zusammengestellt, in denen er seine Gedanken entwickelt.

Mit Wasserdampfkolbenmaschinen kann man das Temperaturgefälle nur bis ungefähr 60° ausnutzen, während man Kondensatortemperaturen von 20° bequem erreichen kann. Es bleibt also noch das Gefälle von 60° bis 20° übrig, welches sich dadurch, dass man die vom Wasser abzugebende Wärme zum Verdampfen von NH_3, SO_2 und ähnlichen Flüssigkeiten verwendet, zur Arbeitsleistung heranziehen lässt.

Behrend berechnet in den Vorträgen, welche einander ziemlich ähnlich sind, wie viel Arbeit sich namentlich bei schlechten Wasserdampfkolbenmaschinen noch gewinnen lässt, und gibt im letzten Vortrag einen Auszug aus den Versuchen, welche *Josse* im Maschinenbaulaboratorium der Berliner Technischen Hochschule mit *Behrend*schen Maschinen angestellt hat.

Thermodynamische Begründungen finden sich nirgends.

Wenngleich die Abwärmekraftmaschine mit der Entwicklung der Dampfturbine wieder verschwinden wird, so gebührt doch *Behrend* das Verdienst, sie zu einer Zeit, wo die Wasserdampfkolbenmaschine in ihrer Leistung nicht mehr gesteigert werden konnte, durchgesetzt zu haben, was seinen vielen Vorgängern auf diesem Gebiete nicht gelungen ist. *Dr. K. Schr.*

Eingesandt.

Preisausschreiben für Spiritusglühlichtlampen.

Der Gesamtausschuss der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft hat in seiner Sitzung vom 22. Juni auf Antrag des Sonderausschusses für technische Spiritusverwertung beschlossen, für die im Juni 1904 in Danzig stattfindende Wanderausstellung ein Preisausschreiben für die Hauptprüfung von Spirituslampen aller Art zu veranstalten, bei welcher 3 Klassen von Lampen geprüft werden sollen:

1. Lampen für Beleuchtung von Wohn- und Geschäftsräumen, sowie Mannschaftszimmern in den Kasernen.
2. Lampen für Wirtschaftszwecke aller Art, also namentlich zur Verwendung in Küchen, Treppenhäusern, Fluren, Stallungen, Werkstätten, Molkereien, Brennereien, Stärkefabriken u. s. w.
3. Lampen für Beleuchtung im Freien, grossen Fabrikräumen, Turnsälen, Reitbahnen u. s. w.

Dem Umfange dieses Preisausschreibens und der grossen Bedeutung der Spiritusbeleuchtung für die verschiedenen Zwecke entsprechend, sind auch die den Preisrichtern zur Verteilung von Preisen zur Verfügung stehenden Mittel sehr erheblich. Im ganzen sind für die Preisverteilung 21000 M. bereit gestellt. An der Stiftung der Preise sind die Zentrale für Spiritus-Verwertung, die Preussischen Landwirtschaftskammern, namentlich diejenige für Schlesien, und die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft beteiligt.

Das lebhafte Interesse, welches der Spiritusbeleuchtung von allen Seiten entgegengebracht wird, die verschiedenen Preisausschreiben, welche für Spirituslampen in den letzten Jahren veranstaltet wurden, und die zahlreichen Ausstellungen haben den Fabrikanten von Spirituslampen reiche Anregungen gegeben, denen sie mit anerkennenswertem Eifer nachgegangen sind. Daher hat auch die Spiritusbeleuchtung gerade in den letzten Jahren sehr erhebliche Fortschritte gemacht, und es erscheint wohl angebracht, durch eine im grossen veranstaltete Hauptprüfung der jetzt vorhandenen und noch in der Ausarbeitung begriffenen Systeme diejenigen festzustellen, welche einer besonderen Anerkennung und dementsprechend auch grösseren Verbreitung würdig sind.

Man darf mit Recht erwarten, dass aus dem von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft veranstalteten Preisausschreiben eine Reihe von Lampen hervorgehen wird, welche für die weitere Ausbreitung der Spiritusbeleuchtung wesentliche Dienste leisten werden. Die näheren Bedingungen des Preisausschreibens sind durch die Hauptstelle der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Berlin SW., Dessauerstr. 14, zu beziehen.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 35. **Berlin, 29. August 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Elektro-pneumatische Stellwerksanlagen, Bauart Westinghouse.

Mitgeteilt vom Regierungs-Baumeister **Hans Martens.**

Die Zuverlässigkeit in der Weichen- und Signalstellung bedeutet ein grosses Mehr in der Eisenbahnbetriebssicherheit. Naturgemäss ist es, dass jede Weiche und jedes Signal an Ort und Stelle von Hand aus gestellt wird. Da aber bei ausgedehnten Bahnhofsanlagen zur Bedienung der Weichen und Signale mehrere Beamten nötig sind, die sich in den Anfängen des Eisenbahnwesens nur durch Zuruf oder Signale verständigten, so machte schon *George Stephenson* auf die Gefahr aufmerksam, die vorlag, wenn die Signalstellung hauptsächlich durch „so many unskilfull hands" erfolgte, sodass man dazu überging, die Bedienung naheliegender Weichen und Signale von einem Punkt aus zu besorgen. Lange hat sich die Umstellung der Weichen von Hand mit Hilfe von mechanischen Uebertragungsmitteln, wie Gestänge oder Drahtzüge, allein behauptet, bis man im Auslande zuerst versuchte, die Handstellwerke durch sogenannte Kraftstellwerke zu ersetzen, bei denen der Arbeitsträger zur Umstellbewegung Druckluft, Druckwasser oder der elektrische Strom ist. In den 80er Jahren wurden in Amerika mehrere Handstellwerksbezirke zu einem Zentralstellwerk vereinigt, von dem aus nun die Umstellung der oft sehr entfernt liegenden Weichen von Hand mittels der Drahtzüge nicht mehr angängig erschien.

Im Jahre 1883 wurden von *George Westinghouse* Versuche mit einem Kraftstellwerk gemacht, bei dem die Druckluft sowohl zur eigentlichen Arbeitsleistung, als auch zur Steuerung der Antriebe benutzt wurde.

Eine Verbesserung wurde erzielt, als die Steuerung nicht durch Druckluft, sondern durch eine Flüssigkeit — Alkohol — betrieben wurde, sodass den hydro-pneumatischen Anlagen grosses Vertrauen entgegengebracht wurde.

Zur selben Zeit war ein rein hydraulisches Stellwerk in Italien erbaut worden, das jedoch unter Witterungseinflüssen zu leiden hatte, sodass dies System keine weitere Verbreitung fand.

Mitte der 90er Jahre baute die Firma *Siemens & Halske*, Berlin, das erste rein elektrische Stellwerk in Oesterreich, die Grundlage eines neuen Systems, das berufen scheint, die Betriebssicherheit den heutigen hohen Ansprüchen gemäss zu erhöhen und deswegen allgemeine Verbreitung zu finden.

Inzwischen arbeitete jedoch *Westinghouse* unermüdlich an der Ausgestaltung seines Systems, das in Amerika schon einige Verbreitung gefunden hatte. Er setzte an Stelle der Druckluftsteuerung die Steuerung mit niedrig gespanntem Gleichstrom und erzielte damit Erfolg, sodass das elektropneumatische System einen noch grösseren Anwendungskreis in Amerika und England fand. Es ist bekannt, dass die umfangreichen Stellwerksanlagen auf dem Bahnhof Boston nach diesem System eingerichtet worden sind.

Dies System, dass in seiner Bauart nicht ganz den deutschen Vorschriften über das Sicherungswesen entspricht, ist von der Firma *C. Stahmer* in Georgmarienhütte konstruktiv so ausgebildet worden, dass es nunmehr ohne Bedenken auf die deutschen Eisenbahnen übertragen werden kann.

Die für deutsche Bahnen passende Bauart des amerikanischen Systems soll im folgenden beschrieben werden.

Zum vollen Verständnis der konstruktiven Ausführung des elektro-pneumatischen Stellwerks wird es nützlich sein, die wesentlichsten Anforderungen, denen Stellwerke der Neuzeit entsprechen müssen, hier zusammenzustellen. Es sollen namentlich die auf den Preussischen Staatsbahnen geltenden Bedingungen berücksichtigt werden, denen die ursprüngliche amerikanische Bauart durch die Firma *Stahmer* angepasst ist:

1. Jeder einzelne Weichenhebel soll so lange frei beweglich sein, als das von ihm abhängige Signal auf Halt steht.

2. Für eine Fahrstrasse darf nicht eher das Fahrsignal gegeben werden können, als bis alle in ihr liegenden und von ihr abhängigen Weichen richtig stehen.

3. Nachdem alle für eine Zugfahrt in Betracht kommenden Weichen richtig stehen, müssen diese durch den Fahrstrassenhebel in ihrer Stellung festgelegt werden; erst dann kann das Signal auf freie Fahrt gezogen werden. Die nicht beteiligten Weichen müssen natürlich frei beweglich bleiben.

4. Fahrsignale für Züge, die einander Gefahr bringen, sog. „feindliche" Signale, dürfen nicht gleichzeitig gegeben werden können.

5. Bei ordnungswidrigem Zustand der Weichen dürfen Fahrsignale nicht gegeben werden können.

6. Die Signale müssen bei Störungen in den Antrieben selbsttätig aus der Fahrstellung in die Haltstellung zurückfallen.

7. Die Bauart des Stellwerks soll derart sein, dass leicht und schnell die Abhängigkeiten von Weichen und Signalen geändert werden können, wenn eine andere Fahrordnung eingeführt wird.

Folgende Grundbegriffe mögen erklärt werden, da sie bei der Beschreibung Erwähnung finden.

1. Fahrordnung: Für jeden Bahnhof wird für jede Zugfahrt und für bestimmte Verschiebebewegungen vorgeschrieben, auf welchen Gleisen sie stattzufinden haben.

2. Fahrstrasse: Die Gleise mit den zugehörigen Weichen, welche nach der Fahrordnung von den einzelnen Zügen befahren werden müssen, bilden die Fahrstrasse.

3. Feindliche Weiche: Weichen, die bei falscher Stellung Fahrzeuge in eine Fahrstrasse gelangen lassen und dadurch dem erwarteten Zuge Gefahr bringen, heissen feindliche Weichen. In ähnlicher Weise erklärt sich der Begriff „feindliches Signal".

4. Die Grundstellung einer Weiche ist diejenige Stellung, aus der sie am wenigsten häufig umgestellt wird; ihr entspricht die Ruhelage des Weichenhebels im Stellwerk.

Der Antrieb der zur Erzeugung der Pressluft erforderlichen Luftpumpen kann durch jede beliebige verfügbare Energie geschehen. Ist Dampfkraft vorhanden, dann werden meist direkt wirkende, schwungradlose Dampfluftpumpen verwendet. Bei Benützung von Gas oder Elektrizität wird der Luftpresser von den Motoren durch Treibriemen oder Zahnradvorgelege angetrieben. Die Kraftstation wird am besten im Erdgeschoss des Stellwerksgebäudes eingerichtet, um dort der unmittelbaren Aufsicht des Stellwerkswärters

zu unterstehen. Einer besonderen Wartung und Beaufsichtigung bedürfen die Maschinen während des Betriebes nicht, da sie mit selbsttätig wirkenden Vorrichtungen versehen sind, welche die Luft stets unter dem bestimmten Betriebsdruck halten, sodass das etwaige Stillstellen und Wiederanlaufen der Motoren also selbsttätig erfolgt. Ausserdem findet im Maschinenraum noch ein Luftkühler Aufstellung, der im wesentlichen ein Rohrbündel darstellt, durch welches die im Luftpresser erzeugte warme Druckluft hindurchgeführt wird, um in ihm abgekühlt und entwässert zu werden. Vom Luftkühler gelangt die Druckluft unmittelbar in den Hauptrohrstrang, aus dem sie durch Abzweigrohre den Weichen- und Signalantrieben zugeführt wird. Das Rohrnetz steht also stets unter Druck. Umfangreiche Versuche haben die Betriebsspannung auf 4—5 Atm. Ueberdruck festsetzen lassen.

Die Steuerung aller Antriebsvorrichtungen geschieht unter Verwendung elektrischer Energie, die auch zur Ueberwachung der eigentlichen Umstellbewegungen und zur selbsttätigen Meldung von Störungen an den Apparaten dient. Es wird Strom von niedriger Spannung und geringer Stärke verwendet, sodass als Kraftquelle eine kleine Sammlerbatterie ausreicht. So wird z. B. für eine mittelgrosse Anlage von 50 Stellhebeln eine Batterie von 7 Zellen mit einer Kapazität von etwa 200 Ampèrestunden bei 15 Volt Spannung genügen, die dann etwa 10 Tage betriebsfähig wäre. Der äusserst geringe Stromverbrauch gestattet die Batterie versendbar zu gestalten, um sie auf einer anderen Station, wo Strom zur Verfügung steht, laden zu lassen. Es kann also das vorliegende Stellwerkssystem auch auf solchen Stationen eingerichtet werden, auf denen elektrische Energie nicht vorhanden ist.

Der Stellwerksapparat besteht aus einem leichten, etwa 1 m hohen, eisernen Gestell, das in üblicher Weise im Obergeschoss des Stellwerksturmes aufgestellt ist. Das Gewicht des ganzen Apparates ist äusserst gering, sodass besondere Träger nicht einzubauen sind; die Kabel werden an der Wand entlang hoch geführt, sodass besondere Fussbodenöffnungen, wie bei mechanischen Stellwerken, sich erübrigen. Auf dem Gestell werden die für die bequeme Handhabung ausgebildeten Weichensignal- und Fahrstrassenhebel in der allgemein gebräuchlichen Reihenfolge nebeneinander angeordnet, unter Hervorhebung der einzelnen Gattungen durch verschiedenartigen Farbenanstrich. Die Erweiterung des Stellwerks ist in der leichtesten Weise möglich. Der Abstand der einzelnen Hebel von einander beträgt 100 mm.

Ebenso wie bei den mechanischen Stellwerken ist auch hier zwischen den Weichen- und Fahrstrassenhebeln einerseits und zwischen diesen und den Signalhebeln andererseits die vorschriftsmässige, mechanische Abhängigkeit durch das Verschlussregister erreicht, welches in übersichtlicher Weise an der dem Stande des Stellwerkswärters gegenüberliegenden senkrechten Wand des Stellwerks angebracht ist. Nötig werdende Aenderungen im Verschlussregister, bedingt durch eine andere Bahnhofsfahrordnung der Züge, können in leichtester Weise und kürzester Zeit durchgeführt werden.

Ausser dem mechanischen Verschlussregister ist noch eine elektrisch wirkende Abhängigkeit zwischen den einzelnen Hebeln angeordnet, deren Konstruktionsteile in wagerechter Lage im oberen Teil des Gestells eingebaut sind. Die Verkleidung des Gestells ist zerlegbar und abnehmbar eingerichtet, sodass alle einzelnen Teile des Apparates leicht erreicht werden können. Die Kabel endigen im Innern des Apparates in übersichtlich angeordneten Klemmen, von wo aus die einzelnen Adern nach den elektrischen Einrichtungen weitergeführt werden.

Die Anzahl der Hebel kann im Vergleich zu einem mechanischen Stellwerk bedeutend vermindert werden durch die Möglichkeit, sowohl mehrere Signale, als auch mehrere Weichen durch nur einen Hebel umzustellen. Es ist z. B. möglich, ein dreiflügeliges Einfahrtssignal nebst Vorsignal und einer beliebigen Anzahl dazu gehöriger Wegesignale durch einen einzigen Hebel zu bedienen, während bei mechanischen Anlagen schon für je zwei Signalflügel ein besonderer Hebel notwendig ist. Beim mechanischen Stellwerk wird die Kupplung mehrerer Weichen vermieden, weil die Bedienung dann durch einen Hebel zu viel Kraft erfordert und beim Aufschneiden der Weichen Störungen auftreten würden. Diese Bedenken entfallen gänzlich bei dem vorliegenden System. Die zum Umstellen der Weichen nötige Kraft macht sich im Stellwerk bei der Bedienung nicht geltend und das Aufschneiden vollzieht sich in folgender Weise. Wird die eine von zwei gekuppelten Weichen aufgeschnitten, so bleibt sie zunächst in der aufgeschnittenen Stellung liegen, solange das Fahrzeug in der Weiche steht. Verlässt das Fahrzeug die Weiche, so werden die Zungen der Weiche in ihre ursprüngliche Lage zurückgebracht und durch den Spitzenverschluss verriegelt: Es ruht nämlich stets der Druck der Luft auf dem Kolben des Weichenantriebs, der die Weiche in eine bestimmte Stellung zurückzubringen strebt, wenn sie aus ihr gewaltsam entfernt wird. Die andere, gekuppelte Weiche wird von dem Aufschneiden der ersteren überhaupt nicht berührt, sondern bleibt unverändert in ihrer Stellung. Dagegen tritt im Stellwerk ein hör- und sichtbares Zeichen ein, wie das auch bei mechanischen Stellwerken der Fall ist.

Das Umlegen der einzelnen Stellhebel erfordert keinerlei Kraftaufwand, geschieht fast vollkommen geräuschlos unter dem Schall einer gedämpften Ueberwachungsklingel. Bei Störungen im Stellwerk ertönt die Klingel solange, bis sie beseitigt sind. Die Lage einer Weiche wird durch ein über dem zugehörigen Stellhebel angebrachtes Farbschild angezeigt. Die Rückmeldung über die Bewegung der Weichenzungen wird dadurch bewirkt, dass sie mit einer Kontaktvorrichtung versehen sind, durch welche bei Ruhelage der Weiche ein schwacher elektrischer Strom fliesst: dieser wird unterbrochen, sobald eine der beiden Zungen aus ihren Endlagen sich entfernt. Dadurch wird gleichzeitig ein zweiter Stromkreis geschlossen, der die Rückmeldung nach dem Stellwerk betätigt. Jeder Weichenstellhebel steht mit der Weiche durch vier in einem Kabel vereinigte Leitungen in Verbindung, von denen je zwei für die Umstell- und Ueberwachungswirkung dienen. Ausserdem führt eine gemeinschaftliche, blanke Rückleitung von sämtlichen Weichen und Signalen nach dem Stellwerk.

Auf den Kolben des Weichenantriebes wirkt ständig die Pressluft und zwar je nach der Lage der Weiche von der einen oder andern Seite, sodass also ständig die Weiche in der jeweiligen Lage festgehalten wird, in welchem Bestreben der Luftdruck noch von dem Spitzenverschluss unterstützt wird, sodass die Weiche stets in der vollkommensten Weise umgestellt und verriegelt sein muss. Ausserdem wird, wie schon mitgeteilt, die richtige Lage jeder Zunge durch die Rückmeldevorrichtung überwacht. Diejenigen Weichen, welche in einer Fahrstrasse für den Zugverkehr liegen, also die betreffenden Signale bezw. Fahrstrassenhebel von ihrer Stellung abhängig machen, was durch das Verschlussregister erreicht ist, erhalten ausserdem noch eine Vorrichtung, welche die Herbeiführung eines Fahrsignals auch dann verhindert, wenn der jeweilige, abhängige Fahrstrassenhebel bereits eingestellt worden ist, inzwischen aber ein Aufschneiden einer Weiche der Fahrstrasse stattgefunden hat. Auch für den Fall, dass das abhängige Signal bereits auf Fahrt gestellt worden ist, wird dessen Haltstellung wieder herbeigeführt, sobald ein Aufschneiden einer zugehörigen Weiche eintritt. Eine Umstellbewegung der Weichen dauert etwa 2 Sekunden.

Während die Antriebe an den Weichen dauernd unter Pressluft stehen, ist der Antrieb der Signale hiervon grundsätzlich verschieden: Nur wenn die Flügel auf Fahrt gestellt werden sollen, tritt die Wirkung der Pressluft ein: das Zurückfallen auf Halt geschieht durch die eigene Schwere. Dies ist betriebstechnisch von grosser Bedeutung, weil durch diese Anordnung die Herbeiführung der Haltstellung ganz unabhängig von der Wirksamkeit der Betriebskraft ist. Es kann also stets die Haltstellung des Signals wieder hergestellt werden, indem nur der Signalhebel im Stellwerk in die Haltstellung zurückgenommen wird. Somit ist es ausgeschlossen, dass bei einem unglücklichen Zusammentreffen der Notwendigkeit des Haltsignalgebens und des Versagens der Betriebskraft das Haltsignal nicht gegeben werden könnte. Die Haltstellung tritt selbsttätig ein bei Unwirksamsein der elektrischen Steuerung und der Kraftquelle. Zur Verbindung des Signalhebels mit der Steuerung des Signals ist nur eine elektrische Leitung erforderlich, welche noch durch eine für alle Weichen und Signale bestimmte gemeinschaftliche Rückleitung ergänzt wird. Auch zwischen Haupt- und Vorsignal ist nur eine Leitung zu verlegen.

Soll das Stellwerk in Abhängigkeit von der Station sein, so erhält diese einen Apparat mit den Hebeln, die zur Freigabe der Signale dienen und gleichzeitig auch zur Festhaltung der Fahrstrasse dienen können. Jeder einzelne dieser Hebel kann zur Freigabe von zwei sich gegenseitig ausschliessenden Signalen benützt werden. Der Stationsapparat kann auch auf einfache Weise mit etwa vorhandenen Weichenverriegelungswerken in Abhängigkeit gebracht werden. Es ist auch möglich, das Stationsfreigabewerk so auszuführen, dass dem Stationsbeamten die Möglichkeit bleibt, ein bereits auf Fahrt gezogenes Signal selbstständig wieder auf Halt zurückzunehmen, eine Möglichkeit, die in Bezug auf die Betriebssicherheit hoch einzuschätzen ist. Denn es bleibt dadurch die Herrschaft über die Station, Züge im letzten Moment nicht einfahren zu lassen, in der Hand des verantwortlichen, diensttuenden Stationsbeamten. Dagegen ist es natürlich ausgeschlossen, vom Stationswerk ein Signal auf freie Fahrt zu stellen.

Feindliche Fahrten werden wie im Stellwerk durch eine mit den einzelnen Freigabehebeln in Verbindung stehende mechanische und elektrische Verschlusseinrichtung verhindert. Zur Verbindung der Station mit dem Stellwerk ist für jede einzelne Fahrstrasse bezw. für jedes einzelne Signal eine Leitung erforderlich, wozu noch eine gemeinschaftliche Rückleitung für sämtliche Signalfreigaben kommt. Eine weitere Leitung wird erforderlich, um die Signale von der Station aus auf Halt stellen zu können. Um auch noch die Fahrstrasse festzuhalten ist eine Vermehrung der Leitungen jedoch nicht erforderlich.

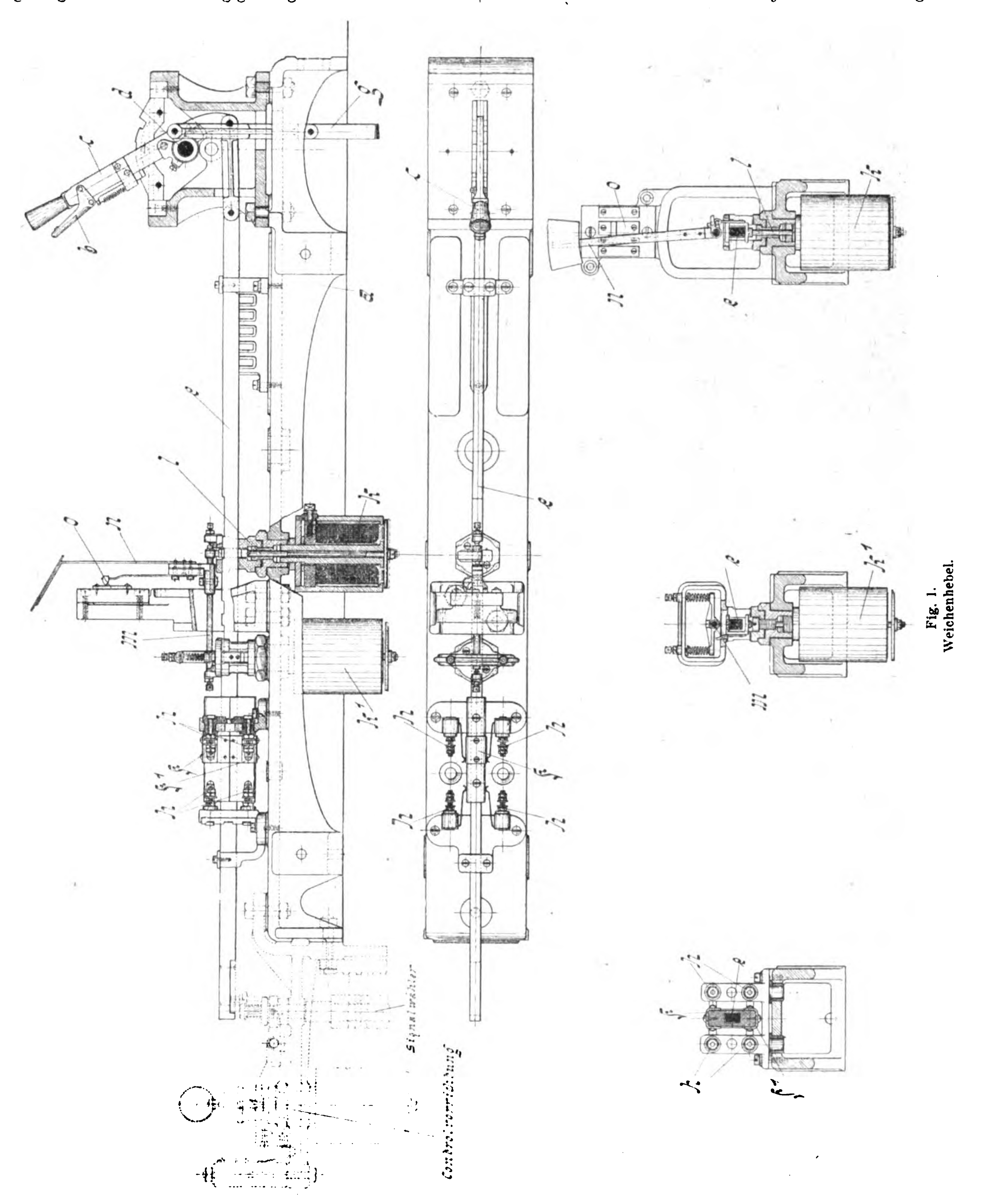


Fig. 1. Weichenhebel.

Für die elektrischen Leitungen werden nur Erdkabel

mit doppelter Bewehrung verwendet; nur die gemeinschaftlichen Rückleitungen werden als unterirdisch zu verlegender, blanker Kupferdraht angeordnet, da die Erde allein als Rückleitung grundsätzlich ausgeschlossen ist. Zur Sicherung gegen Starkstrom erhält jede Leitung eine leicht auswechselbare Bleisicherung.

Die Schaltung aller Apparate ist so gewählt, dass bei Störungen keinerlei Bewegung an den Weichen und Signalen eintritt; die auf Fahrt gestellten Signale fallen bei Störungen selbsttätig auf Halt zurück.

Die Druckluftleitungen sind teils unter-, teils oberirdisch verlegt, je nach der Oertlichkeit. Der Durchmesser überschreitet 51 mm (2 Zoll engl.) nicht. Im Rohrnetz sind Hähne verteilt, um einzelne Gruppen von Weichen und Signalen abschliessen zu können; ausserdem kann noch jeder Antrieb für sich ausgeschaltet werden. In der Nähe jedes Antriebes dient ein kleiner Luftbehälter als Speicher für Druckluft, um stets reichlich Betriebskraft zur Stelle zu haben; ausserdem wirkt er als Wasserabscheider und hat zu diesem Zweck ein verschliessbares Ausflussrohr, aus dem das Niederschlagwasser von Zeit zu Zeit mit Hilfe der Druckluft ausgeblasen wird.

Nach dieser allgemeinen Darstellung des elektro-pneumatischen Stellwerks gehen wir nun zu der Konstruktion der Einzelteile über.

Fig. 1 stellt einen Weichenstellhebel mit dem zugehörigen Mechanismus dar. Der Hebel ist in einem besonderen Rahmen a gelagert, der auf dem Apparatgestell befestigt wird. Der etwa 170 mm lange, mit Federfalle b versehene Stellhebel, der um die Achse d drehbar ist, greift mit seinem über die Achse d hinaus verlängerten Ende in einen horizontal gelagerten Schieber e ein, der die für die elektrischen Abhängigkeiten nötigen Kontakte betätigt und mit den Rückmelde-, Ueberwachungs- und Sperrvorrichtungen in unmittelbarer Verbindung steht. An den Hebel c schliesst sich ausserdem der senkrecht angeordnete Schieber g an, der die Abhängigkeit des Weichenhebels vom Verschlussregister herstellt. Bei der in der Figur dargestellten Ruhelage des Hebels verbinden die am Schieber e isoliert befestigten Kontakte f und f^1 je zwei Schleiffederpaare h, von denen das eine oben, das andere unten angeordnet ist.

Durch die oben gelegenen wird beim Umlegen des Weichenhebels derjenige Stromkreis geschlossen, der die Umstellbewegung der Weiche einleitet, während über die unteren Federnpaare der Rückmeldestromkreis geht. Unterhalb des Schiebers e befinden sich zwei Elektromagnete k

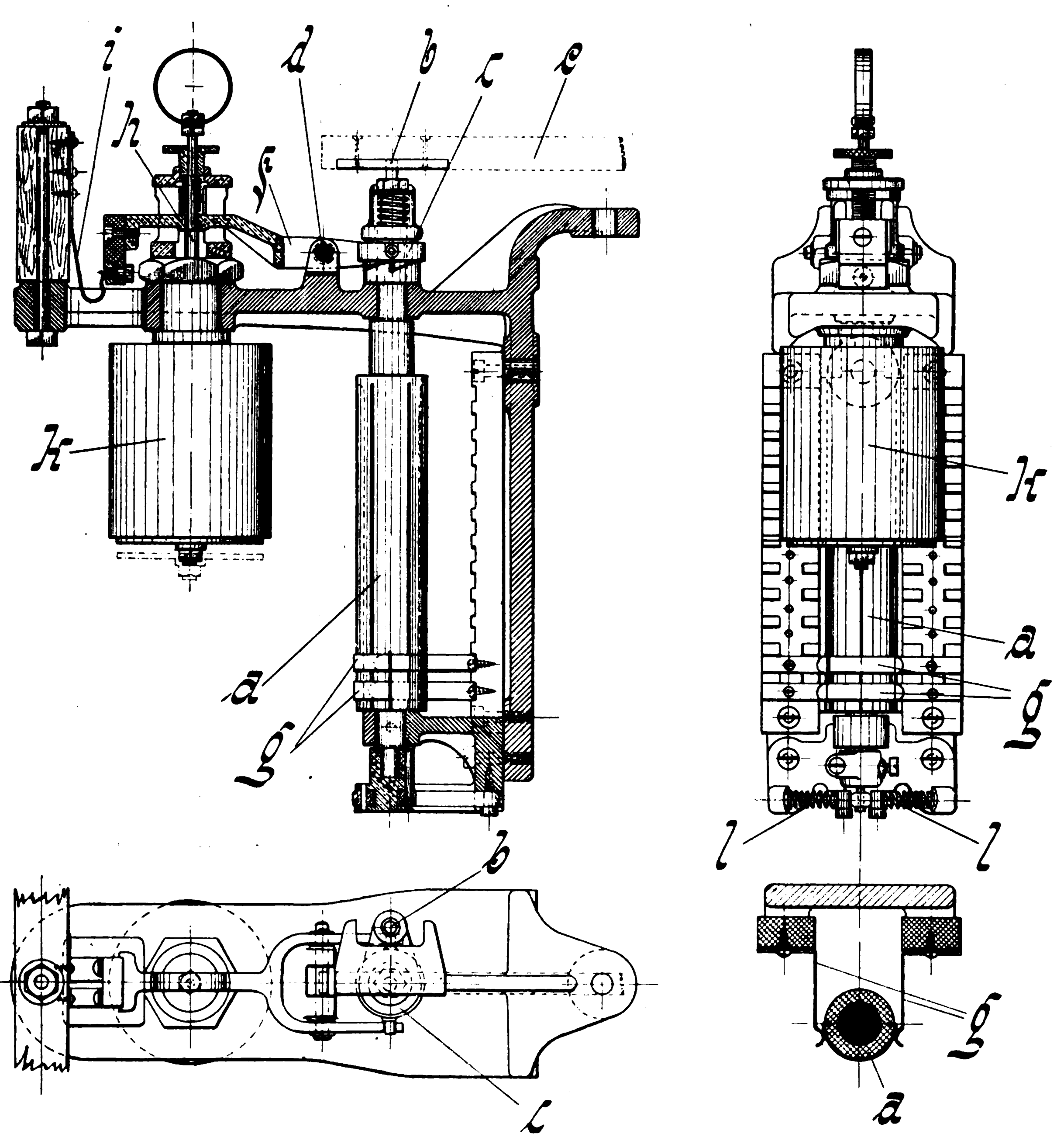


Fig. 2.
Kontrollvorrichtung mit Signalwähler für Weichen.

und k^1, deren Anker durch die Spule hindurchtreten und mit einer am unteren Ende befestigten Ankerplatte versehen sind. Das obere gabelförmige Ende des Ankers umfasst den Schieber *e* derartig, dass bei tiefliegendem Anker der Schieber und mit ihm auch der Handhebel gesperrt, bei angezogenem Anker hingegen freigegeben ist. Die Sperrung wird dadurch bewirkt, dass bei stromlosem Elektromagneten die Anker herabsinken und mit ihren Gabeln in Nuten des Schiebers *e* eintreten. Normal steht immer einer der beiden Elektromagnete unter Strom, in der Ruhelage des Hebels *c* — wie gezeichnet — Magnet *k*, im umgekehrten Zustande k^1. Der Anker *k* ist also angehoben, der Schieber beweglich. Beide Anker sind mit ihren oberen Enden noch mit der den Farbschildwechsel hervorbringenden Pendelvorrichtung verbunden. Diese besteht aus einer über dem Schieber *e* drehbar gelagerten Welle *m*, die durch zwei oberhalb k_1 angordnete Spiralfedern in einer bestimmten Lage festgehalten wird. Die Welle *m* trägt das Pendel *n*, das am oberen Ende das hinter den Fenstern liegende Farbschild trägt. Durch die Bewegung des einen oder anderen Ankers wird das Pendel in der einen oder anderen Richtung abgelenkt, wodurch die Stellung der Weiche angezeigt wird. Sind beide Anker abgefallen — Störungen irgendwelcher Art — so steht das Pendel senkrecht und lässt das rote Schild vor dem Fenster als Zeichen der Sperrung des Hebels erscheinen.

Diese Stellung nimmt das Pendel auch während der Dauer der Zungenbewegung ein. Ausserdem wird bei senkrechter Pendelstellung noch ein Stromkreis für eine gedämpfte Klingel geschlossen, um auf die Störung aufmerksam zu machen.

Der Schieber *e* treibt durch eine Kurbel *b* (Fig. 2) die senkrecht gelagerte, mit Schleifkontakten *g* versehene Trommel *a* an. Ueber die Kontakte fliesst beim Stellen des von der Weiche abhängigen Signals der Betriebsstrom. Die Kontakte sind in zwei Reihen übereinander angebracht, von denen die eine bei der Ruhelage des Stellhebels, die andere bei umgelegtem Hebel in Benützung genommen wird. Diese Einrichtung ist der sogenannte „Signalwähler“. Die Verbindung des Schiebers *e* mit dem Signalwähler *a* ist lösbar eingerichtet, indem die Kurbel *b* nicht fest auf der Trommelachse sitzt, sondern auf ihr verschiebbar ist. Eine oberhalb der Kurbel angebrachte Feder drückt sie nach unten und bewirkt durch Zahneingriff die Verbindung zwischen Kurbel- und Trommelachse. Die Kupplung zwischen Kurbel und Trommel ist dagegen gelöst, wenn erstere nach oben auf der Achse verschoben ist; Schieber *e* ist dagegen immer mit Kurbel *b* in Verbindung. Die Verschiebung der Kurbel wird durch folgende Einrichtung bewirkt. Für gewöhnlich zieht der stromführende Elektromagnet *k* seinen Anker an, der an seinem oberen Ende den Hebel *f* beeinflusst, der seinerseits mit einer Gabel in die Nabe der Kurbel *b* derart eingreift, dass eine Kurbeldrehung den Hebel *f* nicht beeinflusst, die Kurbel *b* aber bei Bewegung des Hebels verschoben wird. Wird der Magnet stromlos, so sinkt der Anker herab und entkuppelt Kurbel und Trommel.

Solange die Weiche in Ordnung ist, sind die Schleifkontakte *g* geschlossen, der Magnet unter Strom, Kurbel und Trommel also gekuppelt. Ist die Weiche aber in Unordnung, d. h. liegen die Zungen nicht an, oder befindet sie sich im aufgeschnittenen Zustande, so ist der durch den Magneten fliessende Ueberwachungsstrom unterbrochen, der Anker fällt ab, die Entkupplung zwischen Kurbel und Trommel ein und letztere wird durch zwei unter ihr liegende

Fig. 3. Signalhebel.



Federn so gedreht, dass der Betriebsstrom über die Schleifkontakte g unterbrochen wird, sodass nun, wie schon gesagt, ein von der Weiche abhängiges Signal nicht gestellt werden kann. Ist die Weiche wieder in Ordnung, so ist der abgefallene Anker von Hand wieder an den Magneten zu bringen — der Magnet kann ihn allein nicht anziehen — und die Weiche ist wieder betriebsfähig. Am äusseren Ende des Hebels f befindet sich noch eine Kontaktstelle, die bei angezogenem Anker — ordnungsgemässer Zustand — geschlossen ist und über welche der Betriebsstrom für die Weichenumstellung fliesst. Es ist also auch ein Umstellen der Weiche nicht möglich, solange durch Störungen der Elektromagnet stromlos und daher der Anker abgefallen ist.

Der Mechanismus der Signalhebel (Fig. 3) ist wesentlich einfacher als der der Weichenhebel. Schieber e und Schieber g sind ebenfalls vorhanden. Auf dem Schieber e stellt das Kontaktstück f bei umgelegtem Hebel mit den Klemmen h Kontakt her, über den der zum Steuern der Signalantriebe dienende

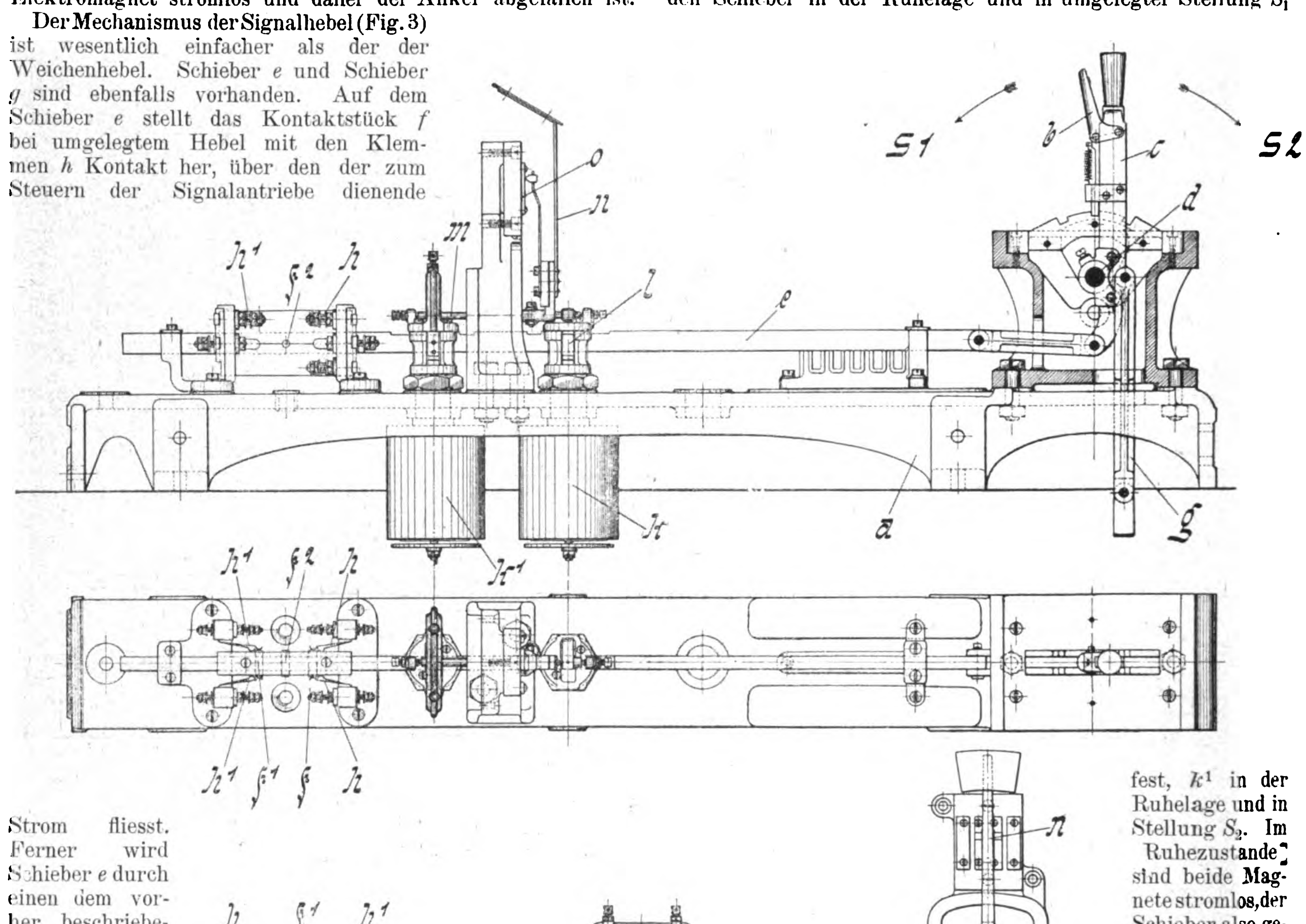


Fig. 4.
Fahrstrassenhebel.

Strom fliesst. Ferner wird Schieber e durch einen dem vorher beschriebenen ähnlichen Anker eines Elektromagneten k beeinflusst, der für gewöhnlich den Schieber freigibt, solange der Magnet unter Strom steht. Beim Abfallen des Ankers wird der Schieber, mithin auch der Signalstellhebel festgelegt. Tritt das Abfallen des Ankers bei umgelegtem Hebel, also bei Fahrtstellung des Signals, ein, so tritt zunächst nur teilweise eine Sperrung ein, sodass der Hebel um ein gewisses Stück zurückgelegt werden kann. Es fallen zunächst die Signalflügel in die Haltstellung, und erst nachdem sie diese erreicht haben, tritt die Rückmeldung vom Signal ein, sodass der Magnet wieder Strom erhält, den Anker anzieht und dadurch den Schieber freigibt, sodass nun der Hebel ganz umgelegt werden kann. Auch bei Auffahren einer vom Signal abhängigen Weiche tritt Sperrung ein. Das Farbschild wird unmittelbar vom Anker betätigt und zeigt dadurch die jeweilige Stellung des Signals an.

Der Fahrstrassenhebel unterscheidet sich äusserlich von dem Weichen- und Signalhebel dadurch, dass er senkrecht steht und nach 2 Seiten umgelegt werden kann (Fig. 4). Er steht ebenfalls mit einem Schieber e und einem Schieber g in Verbindung. Auf dem Schieber e stellt ein Kontaktstift f^2 Kontakt entweder mit dem Klemmenpaar h oder h^1 her. Bei Ruhelage des Hebels stehen diese Klemmen durch die Kontakte f und f^1 in leitender Verbindung. Die beiden Elektromagnete k und k^1 beeinflussen mit ihren Ankern in gleicher Weise wie beim Weichenhebel den Schieber; k hält den Schieber in der Ruhelage und in umgelegter Stellung S_1 fest, k^1 in der Ruhelage und in Stellung S_2. Im Ruhezustande sind beide Magnete stromlos, der Schieber also gesperrt, der Hebel nicht umlegbar. Durch das Umlegen eines Freigabehebels in der Station erhält dagegen der eine oder der andere Magnet Strom und gibt dadurch den Schieber für die entsprechende Umstellung frei. Die Freigabe wird durch Ertönen einer Klingel und Erscheinen eines Farbenschilds im Stellwerk erkennbar. Sobald der Hebel umgelegt ist, wird er in dieser Stellung nunmehr wiederum festgelegt, da beim Umlegen derjenige Stromkreis unterbrochen wird, der vorher die Freigabe des Hebels bewirkt hat. Daraus folgt, dass ein Zurücklegen des Hebels in die Ruhelage, gleichbedeutend mit dem Auflösen der Fahrstrasse, nicht eher angängig ist, als bis von der Station die Möglichkeit dazu durch Zurücklegen ihres Freigabehebels gegeben wird. Das Farbschild wird in derselben Weise wie beim Weichenhebel betätigt.

(Schluss folgt.)

Moderne Dampfkesselanlagen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer in Mittweida.

(Schluss von S. 536 d. Bd.)

5. *Wasserrohrkessel mit krummen Röhren.*

Gebogene Wasserröhren werden bei Landkesseln im allgemeinen wenig verwendet. Zu erwähnen wäre an dieser Stelle zunächst der *Prégardien*kessel, der in sehr verschiedenen Anordnungen von der Firma *Jos. Prégardien* in Kalk bei Köln gebaut wird.

Fig. 308 und 309 zeigen zwei solcher Kessel, welche aus je einem walzenförmigen Ober- und einem Unterkessel bestehen; diese sind durch eine grössere Zahl gebogener Siederöhren und durch zwei weite, 400 mm in Lichten zeigende Stutzen verbunden. Ober- und Unterkessel haben 1,4 m Durchmesser. Zwischen den gebogenen Wasserröhren ist noch ein Ueberhitzer eingebaut.

Die Heizgase gelangen von dem Planrost in einem wagerechten Zuge an das erste Röhrenbündel, dann an den Ueberhitzer und schliesslich an das zweite Röhrenbündel. Gleichzeitig wird dabei die Unterseite des Oberkessels und die Oberseite des Unterkessels bestrichen. In diesem ersten Zuge sind seitlich Mauerzungen eingebaut (Fig. 309), welche die Gase auf das Rohrenbündel zusammendrängen. Aus dem ersten Zuge gelangen die Gase auf die Unterseite des Unterkessels, die in zwei Längszügen bestrichen wird.

Bei dieser Heizgasführung wird die Verdampfung in dem vorderen Röhrenbündel eine besonders kräftige sein; beim zweiten Röhrenbündel sind die Gase schon stark abgekühlt. Es kann sich daher eine lebhafte Wasserbewegung auf natürlichem Wege ausbilden, indem das Wasser im vorderen Röhrenbündel emporgetrieben wird, im hinteren Röhrenbündel, besonders aber durch den hinteren weiten Stutzen wieder zurückfliesst. Die Speiseleitung mündet hinten in den Unterkessel.

Der vordere weite Stutzen wird für eine schnelle Abführung des im Unterkessel gebildeten Dampfes sorgen, was wichtig ist, da der dampfberührte Scheitel des Unterkessels ohne besonderen Schutz im ersten Feuerzuge liegt.

Fig. 310—312 zeigen einen *Prégardien*kessel von 114 qm Heizfläche für $5^1/_2$ Atm. Ueberdruck. Der Oberkessel hat 1,4 m Durchmesser, 5,426 m Länge und 12 mm Wandstärke. Die Rohrplatte ist 18 mm stark.

Die Feuerung ist eine kombinierte Gas- und Planrostfeuerung. Die beiden Unterkessel liegen im ersten Zuge, das Röhrenbündel im zweiten und der Dampfraum der Oberkessel im dritten Zuge.

Bei Fig. 313 und 314 ist der Unterkessel ein Seitflammrohrkessel mit Wellrohr, in dem die Feuerung untergebracht ist. Der Oberkessel ist ein Walzenkessel mit Dampfdom; die Verbindung des Oberkessels mit dem Unterkessel erfolgt in der üblichen Weise durch zwei weite Stutzen und eine Anzahl enger Wasserröhren. Die Heizgasführung ist folgende: I. Zug: Flammrohr; II. Zug: Mantel des Unterkessels; III. Zug: Röhrenbündel; IV. und V. Zug: Dampfraum des Oberkessels.

Der *Prégardien*kessel ist ein Grosswasserraumröhrenkessel, der in der zuletzt erwähnten Kombination mit dem Flammrohrkessel auch den Vorteil der Innenfeuerung nutzbar macht. Die gebogenen Rohren können Wärmedehnungen leichter ausgleichen, als die geraden, an beiden Enden fest eingespannten Wasserröhren ähnlicher Kesselsysteme.

Verwandt mit dem *Prégardien*kessel ist der in den Fig. 315 und 316 dargestellte Wasserröhrenkessel der *Maschinenfabrik Esslingen* in Esslingen. Der Oberkessel ist hier ebenfalls durch gebogene Wasserröhren mit dem Unterkessel verbunden. Das Eigenartige dieses Kessels besteht aber darin, dass die Feuerung als *Tenbrink*feuerung ausgebildet ist und zwar in derselben Weise, wie bei den schon beschriebenen Grosswasserraumkesseln der genannten Firma. (Vergl. hierzu die Figuren in Bd. **317**, S. 28, 29.)

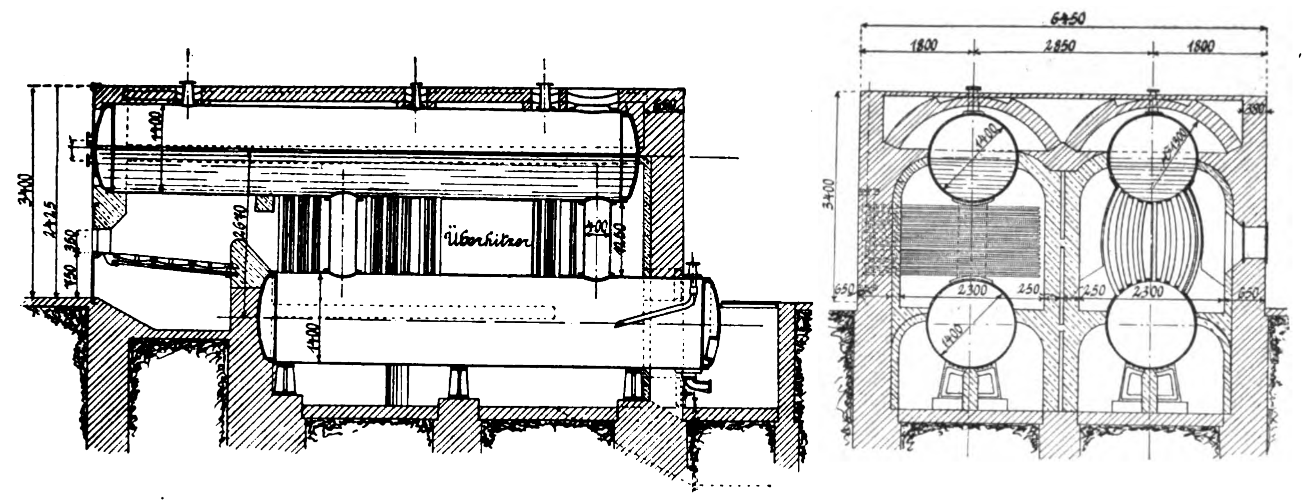


Fig. 308. Fig. 309.

Prégardienkessel mit einem Walzen-Unterkessel.

Um die *Tenbrink*vorlage zugleich zur Erzielung einer Wasserbewegung im Kessel nutzbar zu machen, wird sie einerseits mit dem Unterkessel durch zwei genügend weit gehaltene, schräg abwärts führende Stutzen, andererseits mit dem Oberkessel durch zwei Reihen gebogener Wasserröhren verbunden. Da die stärkste Erwärmung in der Vorlage und an der angrenzenden Seite des Unterkessels, sowie in den im ersten Zuge liegenden Wasserröhren eintreten wird, so ist die Richtung der Wasserbewegung hierdurch bestimmt. Das Wasser wird in den vorderen Rohrreihen aus der Vorlage und dem Unterkessel zum Oberkessel emporgetrieben und fällt durch die hinteren, im zweiten Zuge liegenden Wasserröhren wieder in den Unterkessel zurück.

Da der letztere ebenso wie die Vorlage der Einwirkung sehr heisser Gase ausgesetzt ist, so würde ein Wassermangel im Unterkessel sehr gefährlich werden können. Um einem solchen Wassermangel sicher vorzubeugen, wird deshalb der Unterkessel noch durch zwei besondere Röhren von grösserer Lichtweite mit dem Oberkessel verbunden. Diese beiden Röhren liegen an den Enden der Kessel und sind aus den Fig. 315 und 316 zu ersehen.

Die Firma *Solignac, Grille & Cie.* in Paris hat sich bemüht, ihr System, welches bekanntlich einen eigenartigen Konstruktionsgedanken verwirklicht, wesentlich zu verbessern. Die ältere Ausführung ist bereits in D. p. J., 1896, **300**, 279, eingehend besprochen worden. Der Verdampfer

bestand damals aus geraden Röhren, die an beiden Enden in Kammern eingewalzt waren, wobei die hintere Kammer allein mit der Speiseleitung, die vordere Kammer dagegen mit dem Dampfsammler verbunden war.

Die neuere Ausführung, wie sie auf der Ausstellung 1900 in Paris vorgeführt wurde, ist in Fig. 317 wiedergegeben.

Die Verdampfungsröhren sind **U**-förmig gebogen und mit den Enden in derselben Wasserkammer befestigt.

Der *Solignac*kessel soll, ähnlich wie der *Serpollet*kessel, den schon von *Belleville* vor 50 Jahren ausgesprochenen Gedanken verwirklichen, dass das Speisewasser möglichst unmittelbar und in kleinen Mengen in denjenigen Raum eingeführt werden muss, wo eine sofortige Umwandlung in Dampf stattfinden kann.

Fig. 310. Fig. 311. Fig. 312.

Prégardienkessel mit zwei Walzen-Unterkesseln.

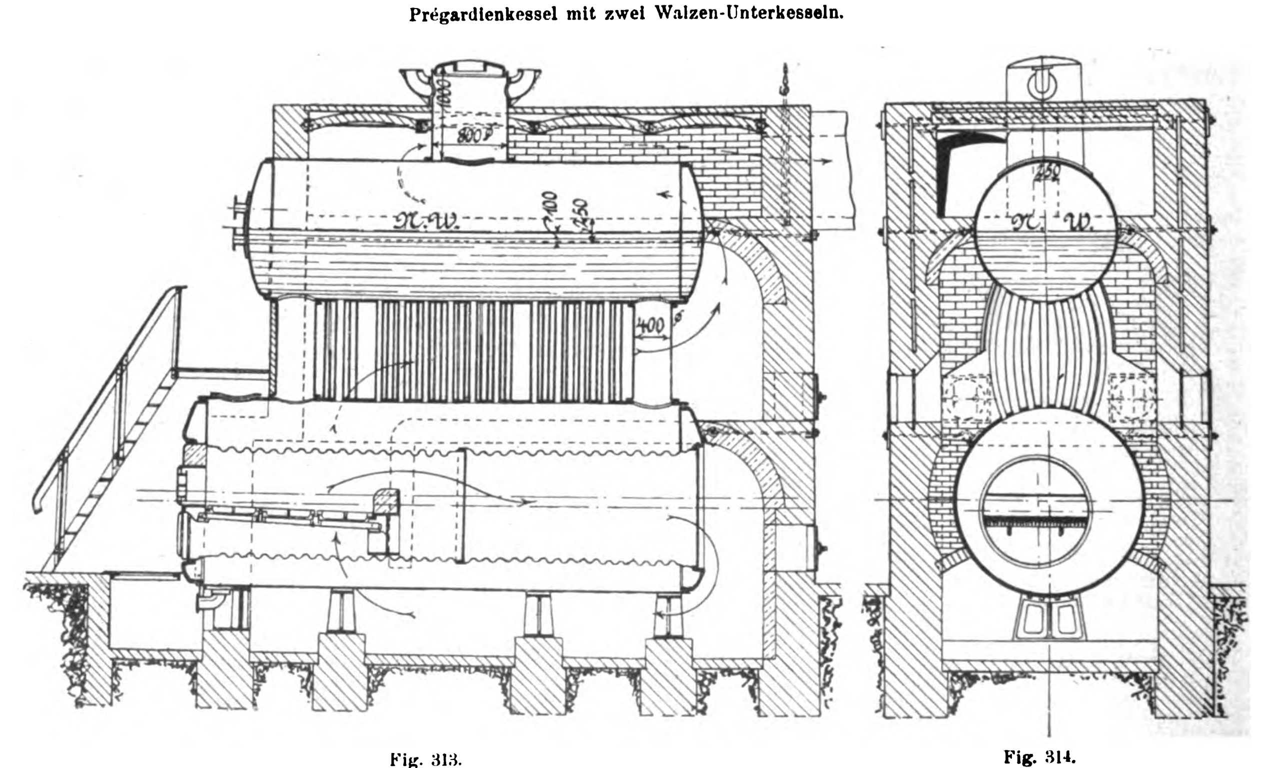


Fig. 313. Fig. 314.

Prégardienkessel mit einem Flammrohr-Unterkessel.

In der Wasserkammer *b* (Fig. 317) sind zu diesem Zwecke die nur etwa 25 mm weiten, gebogenen Verdampfungs-

röhren *c* eingewalzt, wobei der untere Schenkel der Rohre geneigt, der obere dagegen wagerecht liegt. Der Eintritt des Wassers aus der Kammer *b* in die unteren Rohrschenkel wird nun dadurch erschwert, dass in die Rohrenden ein verengender Einsatz eingefügt wird und dass ausserdem der Zutritt des Wassers zum Rohre in der Hauptsache nur durch ein anderes, mit Oeffnungen versehenes Rohrstück erfolgen kann. Dieses Rohrstück ist mit Gewinde in der vorderen Kammerwand befestigt und bildet eine Art „Laterne“.

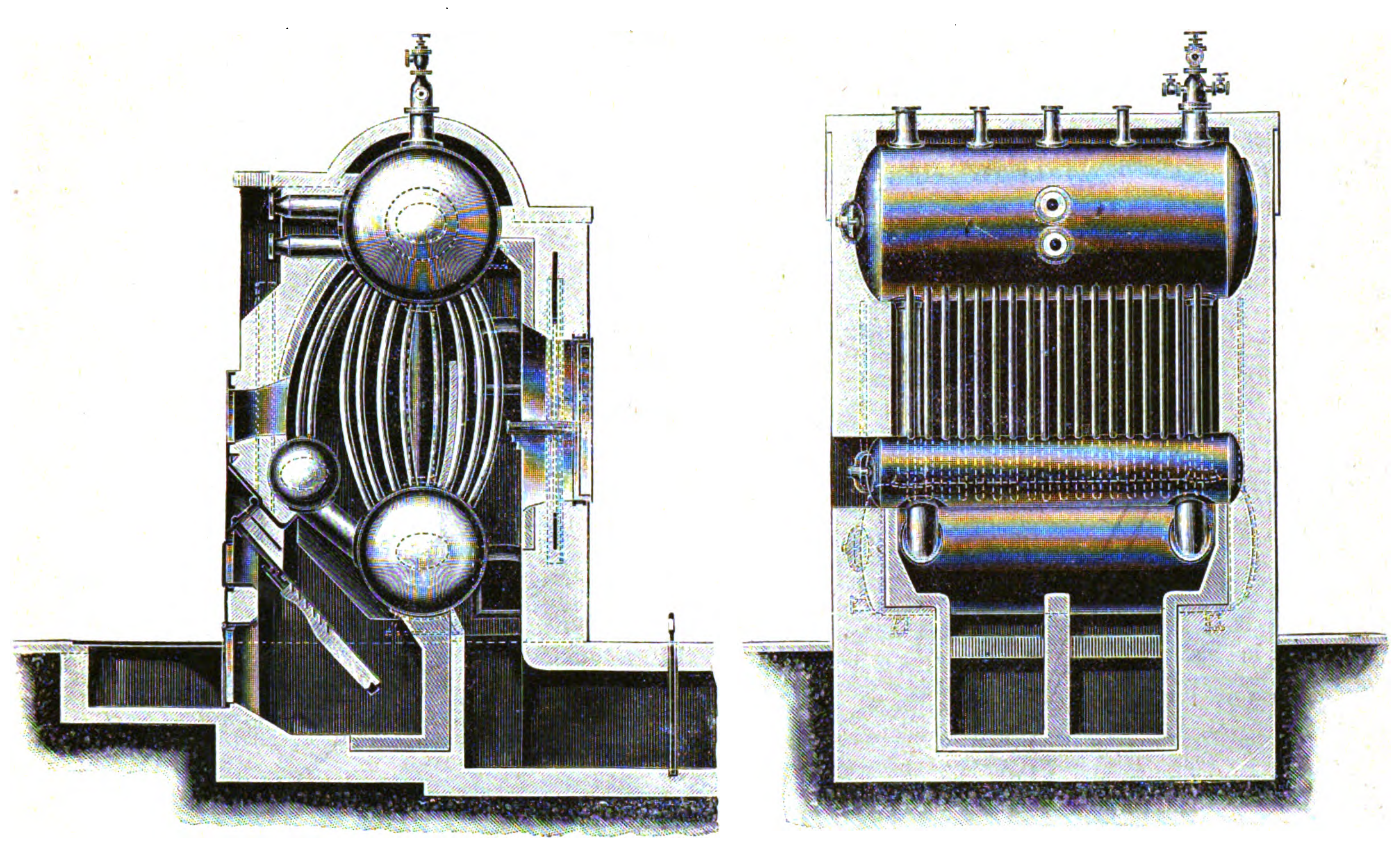


Fig. 315. Fig. 316.
Dampfkessel mit gebogenen Wasserröhren von der Maschinenfabrik Esslingen.

Auf diese Weise wird der Zweck erreicht, dass das eintretende Wasser im Rohre sofort verdampft und dass eine regelrechte Zirkulation eintritt, wobei der Dampf zunächst das Wasser aus dem oberen Teile der Wasserkammer *b* soweit in den Oberkessel *a* treibt, dass die Rohrleitung *e* frei wird, und der Dampf in den Dampfraum des Oberkessels entweichen kann. Das notwendige Wasser fliesst der Kammer *b* durch das Fallrohr *d* zu. Gespeist wird in den Dampfsammler *a*.

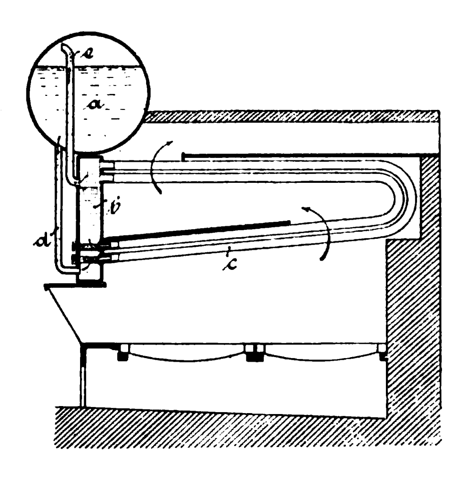


Fig. 317.
Kessel von Solignac-Grille & Cie.

Die neueste Ausführung des *Solignac*kessels ist in Fig. 318 wiedergegeben; Fig. 319 zeigt noch im grösseren Masstabe das Rohrende mit dem Einsatze *f* und der Laterne *g*.

Die neueste Ausführung zeigt wieder eine zweiteilige Kammer; die eine Hälfte liegt unter, die andere über dem Dampfsammler. An der Wirkungsweise des Kessels wird hierdurch nichts geändert; man erspart nur die immerhin unbequem auszuführenden Verbindungsleitungen *d* und *e* der Fig. 317; auch wird das Mitreissen von Wasser aus der Wasserkammer in die Rohrleitung *e* unmöglich gemacht.

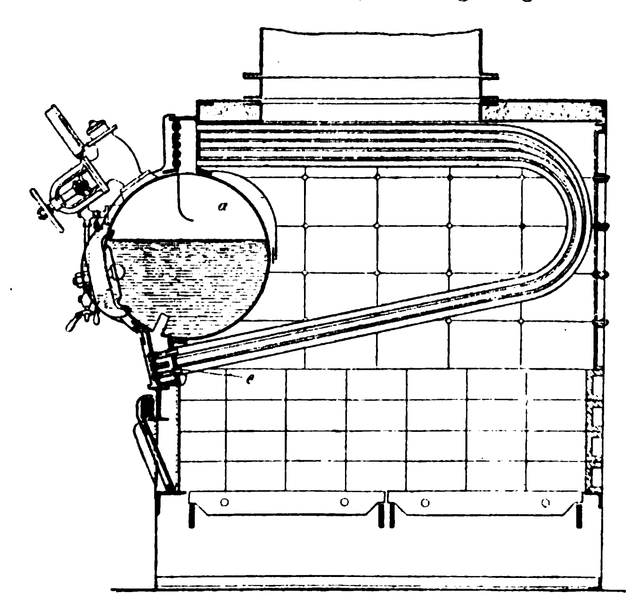


Fig. 318.
Kessel von Solignac-Grille & Cie.

Die Vorzüge des *Solignac*kessels sollen darin bestehen, dass schon mit normalem Schornsteinzuge eine Verdampfung von 40 kg f. d. qm Heizfläche und Stunde erreicht werden kann. Bei künstlichem Zuge soll die Verdampfung bis auf 120 kg f. d. qm Heizfläche und Stunde gesteigert werden können.

Dieses Ergebnis erscheint aber nicht wunderbar, wenn

man bedenkt, dass die Heizfläche des *Solignac*kessels gegenüber seiner Rostfläche sehr klein ist. Es ist aber eine allbekannte Tatsache, dass die den heissen Feuergasen zuerst ausgesetzte Heizfläche eine im Verhältnis zur übrigen Heizfläche sehr bedeutende Verdampfungsfähigkeit besitzt. Der *Solignac*kessel besitzt aber nur die sogenannte „direkte" Heizfläche; auf eine weitgehende Ausnutzung der Heizgase durch eine im Verhältnis zum Rost möglichst grosse Heizfläche wird beim *Solignac*kessel verzichtet, damit natürlich auch auf eine wirtschaftliche Ausnutzung der Kohle.

Die Verdampfungsfähigkeit des *Solignac*kessels wäre aber nur ein wirklicher Vorteil, wenn sie mit einer gleichguten Wärmeausnutzung, wie bei den übrigen Kesselsystemen erzielt werden könnte.

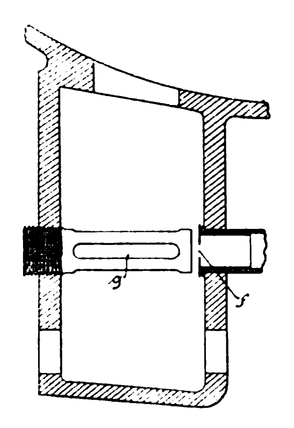


Fig. 319.
Kessel von Solignac-Grille & Cie. Rohrende und Laterne.

Ob der *Solignac*kessel im Lokomotiv- und Automobilbetrieb die ausgedehnte Anwendung finden wird, die der Erfinder erhofft, muss abgewartet werden.

Zum Schlusse dieses Berichtes sei noch ein durch seine Wirkungsweise bemerkenswerter Kessel erwähnt, der von seinen Erfindern, den Ingenieuren *Léon Mähl* und *Georges Hallam de Nittis*, den Namen *„Générateur Oléothermique"* erhalten hat. Dieser Kessel ist in Fig. 320—322 dargestellt.

Ein nach dem Prinzip der *Field*kessel gebauter stehender Dampfkessel ist statt mit Wasser mit Oel gefüllt; im Oelbade ist eine starkwandige Rohrschlange mit ganz geringem lichten Querschnitt eingebettet. Fig. 321 zeigt diese Rohrschlange im senkrechten Querschnitt, Fig. 322 im Horizontalschnitt. Diese Rohrschlange ist an einem Ende mit einer Wasserkammer, am anderen Ende mit einer Dampfkammer verbunden. Das Oel wird unter der Einwirkung des Feuers erhitzt und verdampft, wobei die Temperatur des Oelbades auf 300—400° steigt, während der Druck der Oeldämpfe etwa 1 kg f. d. qcm oder nur wenig mehr beträgt. In die Rohrschlange wird nun Wasser eingespritzt, welches augenblicklich verdampft, wobei der Dampf eine Temperatur annimmt, die nach den Versuchsergebnissen etwa 100° unter der Temperatur des Oelbades liegt. Es ist hierdurch die Möglichkeit gegeben, Dampf von sehr hoher Spannung, event. bis zu 200 kg f. d. qcm, zu erzeugen, während der *Field*kessel nur eine sehr geringe Spannung auszuhalten hat.

In Fig. 320 bedeutet: *1* den Speisewasserbehälter; *2* den Dampfbehälter; zwischen *1* und *2* liegt die Dampfrohrschlange *3*; ferner bedeutet *4* den *Field*kessel; *5* das zugehörige Oeldampfsicherheitsventil; *6* das Dampfraumsicherheitsventil; *7* ist ein Ventil in der Verbindungsleitung zwischen Oeldampfraum und Wasserdampfleitung; *8* ist ein Thermometer für das Oelbad; *9* ein Manometer bis 200 kg f. d. qcm reichend und *10* der Heizgasweg des Kessels.

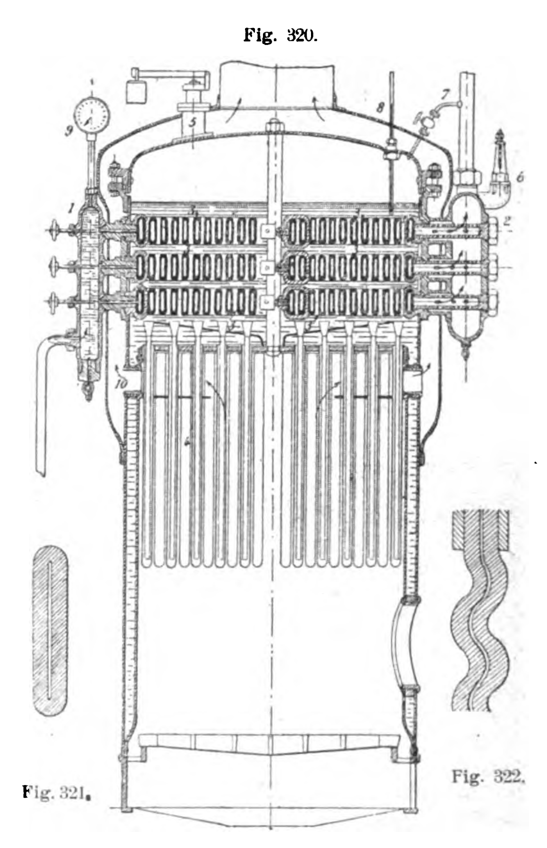
Die Vorteile der Konstruktion sollen folgende sein: Der Oelkessel, welcher unmittelbar vom Feuer umspült wird, steht unter einem Druck von nur 1 Atm. oder wenig mehr.

In diesem Kessel zirkuliert immer dieselbe Oelmenge, weshalb sich keine Abscheidungen bilden können.

Bei Verwendung geeigneter Oelsorten wird das Eisen nicht angegriffen. Hieraus resultiert der Vorteil, dass derjenige Teil des Kessels, welcher dem direkten Feuer ausgesetzt ist und daher bei den meisten Explosionen die erste Veranlassung zum Unfalle gibt, in der beschriebenen Konstruktion von *Mähl & Nittis* keinesfalls als schwächster Teil des Kessels bezeichnet werden kann.

Der Dampf scheidet sich wesentlich ruhiger aus, weshalb auch kein Wasser beim Verdampfen mitgerissen wird. Diese Behauptung fand ihre Bestätigung durch direkte Versuche, welche auf Anordnung des Marineministers *Lockroy* von einer Kommission unter dem Präsidium von Herrn *Guyot* durchgeführt wurden.

Fig. 320.



Kessel von Mähl & Nittis.

Es ist nicht schwer, in dem Kessel Dampf von 150 Atm. und höherer Spannung zu erzeugen.

Solange freilich kein dringendes Bedürfnis für die Erzeugung derart hochgespannten Dampfes vorliegt, wird der zuletzt genannte Vorteil nur einen geringen Einfluss auf die Einführung des Systems auszuüben vermögen.

Die beiden zuletzt behandelten Typen von Wasserrohrkesseln mit gekrümmten Wasserröhren stellen natürlich abnorme Konstruktionen dar. Die wichtigste Anwendung haben die krummrohrigen Wasserrohrkessel jedenfalls für den Schiffsbetrieb gefunden, wo sie sowohl den üblichen Feuerröhrenkesseln, als auch den geradrohrigen Wasserröhrenkesseln gegenüber bemerkenswerte Vorteile hervorkehren, die geeignet erscheinen, den krummrohrigen Wasserröhrenkesseln eine zunehmende Verbreitung als Schiffskessel prophezeien zu können.

Mitteilungen über die „Pariser Metropolitanbahn".

(Fortsetzung von S. 521 d. Bd.)

Alle übrigen Bauanlagen der Südringlinie übertrifft aber an Wichtigkeit und Interesse die aus Fig. 34 ersichtliche, zwischen dem Quai de Passy des rechten, und dem Quai de Grenelle, des linken Ufers der Seine, herzustellende Flussübersetzung, für welche die Achse des daselbst bisher bestandenen, quer der Schwaneninsel die beiden Flussarme überschreitenden Steges als Richtungslinie vorausbestimmend war. Zufolge letzteren Umstandes, und da die allerdings nur schmale Schwaneninsel, welche zur Herstellung von Brückenpfeilern überhaupt nicht unverwertet bleiben konnte, die Seine an der in Frage kommenden Stelle in zwei Arme teilt, von welchen der eine 115 m, und der andere 91 m



breit ist, so besteht denn auch die neue Flussübersetzung aus zwei, zwar knapp aneinanderstossende, sonst aber vollständig von einander getrennten Brücken. Zwischen dem östlichen Ende der Station Quai de Passy (vergl. Fig. 23 u. 34) und dem Landpfeiler der ersten Seinearmbrücke ist ein Stück Hochbahnstrecke eingefügt, welches fünf Viaduktfelder umfasst, nämlich zuvörderst anstossend an die obengenannte Station drei Felder zu je 17,84 m, dann ein Feld zu 15,33 m

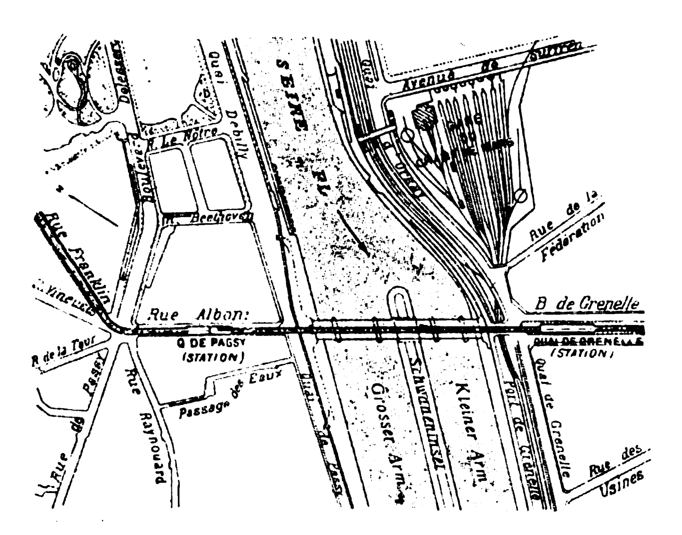


Fig. 34.
Lageplan der Seineübersetzung zwischen Quai de Passy und Quai de Grenelle.

und schliesslich eines zu 18,18 m Spannweite. Dieser Teil der Bahnanlage gleicht in seiner Ausführung ganz den einschlägigen Normalien des Nordringes und ruhen die Brückenkonstruktionen durchweg auf den gewöhnlichen, gusseisernen Pfeilersäulen. Die daran anschliessende Brücke des sogenannten grossen Seinearmes hat drei Felder, von denen das erste 32 m, das mittlere 54 m, und das letzte 29 m Spannweite besitzt. Die zweite, über den sogenannten kleinen Seinearm führende Brücke weist ebenfalls drei Felder auf mit 23 m Spannweite nächst der Schwaneninsel, mit 42 m im Mittelfelde und mit 26 m auf der Seite des Quai de Grenelle. Die auf der zungenförmigen, nur 23,5 m breiten Schwaneninsel errichteten beiden Landpfeiler der aneinanderstossenden Brücken werden in ihrem Oberteile durch einen monumentalen, sehr gelungen entworfenen Ueberbau mit Bogengewölben zu einem einzigen geschlossenen Bauwerk verbunden, welches das gute Aussehen der Brücken sehr erhöht. An dem Landpfeiler der Brücke des kleinen Seinearmes schliesst sich am Boulevard de Grenelle als Fortsetzung der Metropolitanbahn ebenfalls wieder eine gewöhnliche Hochbahnstrecke an, die sich lediglich im ersten Felde durch die ausserordentliche Spannweite von 57,41 m auszeichnet. Mit diesem Felde wird nämlich der Quai d'Orsay und Quai de Grenell an ihrer Vereinigungsstelle übersetzt, sowie gleichzeitig die mit der Seine parallel laufende Strecke der Französischen Westbahn überbrückt, welche ihrerseits diese Stelle in einem gedeckten Einschnitt unterquert.

In Berücksichtigung der aussergewöhnlichen Wichtigkeit dieses Teiles der Metropolitanbahn zwischen Passy und Grenelle hatte man denselben von vornhinein als einen besonderen Abschnitt behandelt und für seine Ausführung einen eigenen Wettbewerb ausgeschrieben. Bei der Beurteilung der eingelaufenen Vorschläge einigten sich die Preisrichter für den Entwurf der Bauunternehmer *Deydé & Pillé*, nicht bloss weil derselbe in allen seinen Teilen befriedigte, sondern auch weil diese Firma für die Fertigstellung der genannten Bahnstrecke von allen Mitbewerbern die kürzeste Frist verlangte. Ausserdem wurden der Entwurf der *„Société de Constructions de Levallois-Perret"* und jener der Firma *Moisant, Laurent, Lavey et Co.* mit je einem ersten Preise von 3000 Frcs. ausgezeichnet. Den Hauptgegenstand der Ausschreibung bildete die Brücke über die beiden Seinearme, da sich die Pariser Stadtvertretung entschlossen hatte, bei Gelegenheit der Herstellung des Südringes der Metropolitanbahn an Stelle des weiter oben erwähnten, über die Schwaneninsel laufenden Steges gleichzeitig auf ihre Kosten eine den örtlichen Verkehrsverhältnissen besser entsprechende, breite Strassenbrücke zu erbauen, welche mit der Eisenbahnanlage zu einem einheitlichen Entwurfe zusammengezogen werden sollte. Die Breite dieser Strassenbrücke, deren Achse gleich jener des ehemaligen Steges verläuft, sonach schief liegt, indem sie mit dem Stromstrich der Seine einen Winkel von annähernd 75° einschliesst, war mit 24,70 m — zwischen den beiden Randgeländern — bestimmt und hatte in der Mitte einen frei benutzbaren, 8,70 m breiten Gehweg, rechts und links davon eine den Fuhrwerken vorbehaltene 6 m breite Fahrbahn und schliesslich an den beiden Rändern noch einen Gehweg von je 2 m Breite zu erhalten. Auf der Strassenbrücke war auf Pfeilern die 7,20 m breite Eisenbahnbrücke anzuordnen.

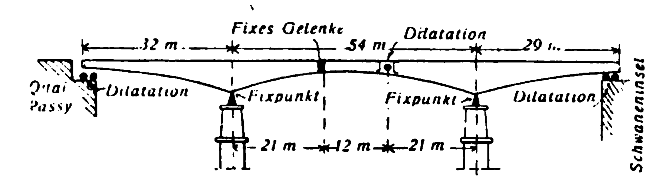


Fig. 35.
Trägerschema der Brücke über den grossen Seinearm.

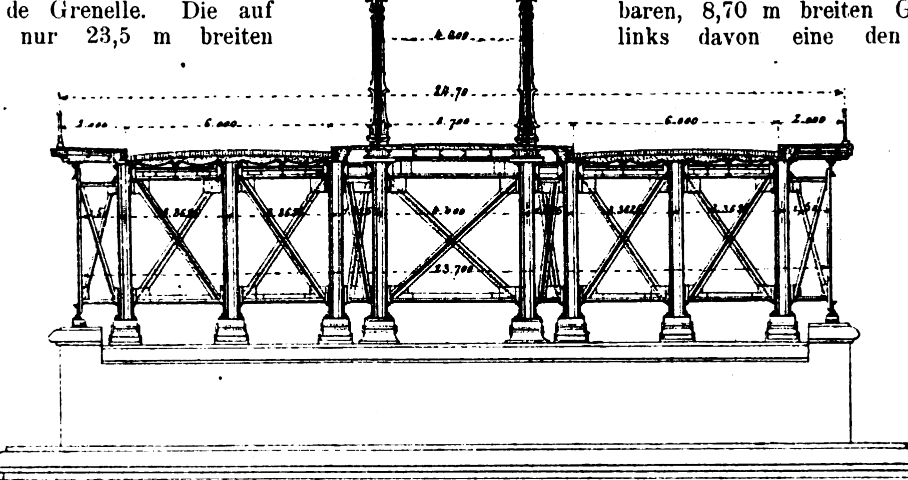


Fig. 36.
Querschnitt der Brücke des grossen Seinearmes (an den Flusspfeilern).

Hinsichtlich der allgemeinen Linienentwicklung und über gewisse Einzelheiten in der Brückenanlage, wie sie nach dem angenommenen Plane der Bauunternehmung *Deydé & Pillé* verwirklicht wird, ist bereits weiter oben Erwähnung geschehen; nachzutragen bleibt noch, dass für die in Fig. 35 schematisch skizzierte Brücke des grossen Seinearmes je acht bogenförmige Stahlblechträger nach dem Cantilever-

system verwendet werden, welche in den Endfeldern 32 bezw. 29 m Länge besitzen, im Mittelfelde jedoch aus zwei Auslegern von je 21 m Länge und einem 12 m langen Zwischenüberbrückungsstück bestehen. Ganz ähnlich wird die anstossende Brücke über den kleinen Seinearm acht bogenförmige Längsträger erhalten, die im ersten Felde neben der Schwaneninsel 23,50 m, im letzten 25 m Länge besitzen und im Mittelfelde aus zwei Ausladern von je 16,50 m und einem eingelenkten Verbindungsstück von 9 m Länge zusammengesetzt sind.

Von den acht Brückenträgern haben die zwei mittelsten 4,40 m von einander liegenden Hauptträger, auf denen, wie der Brückenquerschnitt, Fig. 36, ersehen lässt, unmittelbar die Pfeiler des Eisenbahnviaduktes angebracht sind, grösseres Gewicht und stärkere Abmessungen als die übrigen sechs Längsträger. Die Säulenpaare, welche die rechts und links durch ein Eisengeländer abgeschlossene zweigleisige, 7,50 m breite Fahrbahn mittels vier Ausleger zu tragen haben, folgen sich in Abständen von 6 zu 6 m. Das mittlere Niveau der Strassenbrücke liegt 7,92 und die Schienenoberkante der Eisenbahngleise 15,01 m über dem mittleren Wasserstand der Seine, so dass also die Höhe des Eisenbahnviaduktes oberhalb der Strassenbrücke 7,09 m beträgt. Auf der letzteren ist der breite Mittelweg für Fussgänger mit einer Asphaltpflasterung versehen, welche auf einer durchschnittlich 0,45 m starken Betonbettung ruht, die ihrerseits von gebogenen, unmittelbar auf den Querträgern aufgenieteten Unterlagsblechen getragen wird. Dagegen erhalten die beiden für den Fuhrwerksverkehr bestimmten 6 m breiten Fahrbahnen eine Holzstöckelpflasterung, die in eine durchschnittlich 0,16 m hohe Betonunterlage gebettet wird. Die Decke unter der Betonschicht besteht hier aber aus kleinen flachen Ziegelgewölben, die in einer Breite von 1,50 m zwischen den Längs- und Querträgern des Brückenrostes ausgemauert sind. Im mittleren Felde jeder der beiden Brücken steigt die auf den Ziegeleinwölbungen unter dem Holzstöckelpflaster vorhandene Betonschicht bis zu einer Höhe von 0,40 m, teils zu dem Zwecke der guten Entwässerung, hauptsächlich jedoch behufs einer Gewichtsvermehrung, welche zur Sicherung der Standfestigkeit beiträgt. Die beiden Gehwege an den Rändern der Strassenbrücke sind ganz ähnlich wie der breite Mittelweg mit Blechplatten, Betonschicht und Asphaltpflaster abgedeckt.

Alle Geländer, sowie alle Verzierungen und Gesimsverkleidungen an den Eisenkonstruktionen der beiden Seinearmbrücken bestehen aus Gusseisen. Sämtliche steinernen Brückenpfeiler, mit Ausnahme der zwei gekuppelten Landpfeiler — welche man auf eingetriebenen Pfählen und Eichenrost erbaut — werden mittels Caissons, unter Anwendung des Pressluftbetriebes, fundiert und die Sockel sowie alle Auflager für die Träger aus Granit hergestellt, während für die oberen Teile der Pfeilerschäfte harter Sandstein Verwendung finden wird. Die Kosten der gesamten für die Herstellungen innerhalb der Bahnstrecke zwischen den Stationen Quai de Passy und Quai de Grenelle erforderlichen Eisenkonstruktionen sind — abzüglich des von der Stadt Paris für die beiden Seinearmbrücken zu leistenden Beitrages — mit 1400000 Frcs. veranschlagt; die bezüglichen Pläne erhielten am 14. Januar 1903 die massgebende behördliche Genehmigung und hat die Bauvergebung am 21. März 1903 erfolgen können, wobei die gesamte Herstellung nebst allen Erd- und Bauarbeiten seitens der Unternehmungen zu dem Preise von 3 Millionen Francs mit 19,10 v. H. Rücklass übernommen wurde.

Im allgemeinen ergeben sich auf der Südringlinie, was die durch den Bahnbau nötig werdenden Verlegungen von Abzugskanälen, Wasserleitungen und ähnlicher öffentlicher Baulichkeiten oder Strassen anbelangt, weit weniger Vor- und Nebenarbeiten als auf den älteren Linien der Metropolitanbahn und sind die Kosten nur mit 900000 Frcs. beanschlagt. Hingegen haben sich an ausgedehnten Stellen der Südringlinie umso grössere Schwierigkeiten und Kosten anlässlich des schlechten Untergrundes ergeben, der sich hier von zahlreichen, vielfach schon verbrochenen Kreuz- und Quergängen unterminiert zeigte. Es gilt dies in hervorragendstem Masse von jenem unterirdischen Streckenteil der in die Nähe der Place Denfert-Rochereau heranreicht und unmittelbar die aufgelassenen Stollen und Steinbrüche durchschneidet, welche einst als Beinhäuser ausgenützt waren und unter dem Namen der Pariser Katakomben weltbekannt sind. Aehnliche, wenn auch weniger ausgedehnte Hohlräume finden sich fast im ganzen 4 km langen Verlaufe der Untergrundstrecke vor, und zur Bekämpfung dieses Uebelstandes mussten eben vielfach erst ganz bedeutende und kostspielige Schutzvorkehrungen und Sicherungsbauten durchgeführt werden, bevor man mit dem eigentlichen Tunnelbau vorgehen konnte.

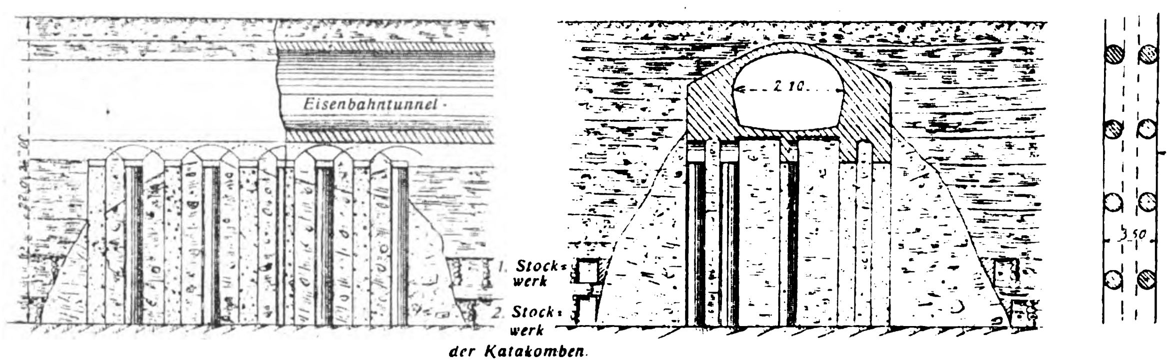


Fig 37. Fig. 38. Fig. 39.

Grundsicherungen im Gebiete der Pariser Katakomben.

In jenen Brüchen und Gängen, welche festes Gestein aufwiesen und gut erhalten waren, begnügte man sich, unter den beiden Tunnelwiderlagsmauern in Abständen von 4 zu 4 m quadratische Stützpfeiler aus lagerhaften Bruchsteinen auszubauen, von 1,20 bis 2 m Seitenlänge. Dieses Verfahren liess sich jedoch bei zerklüftetem Untergrund und über den Gängen mit geborstenen Decken u. s. w. nicht anwenden. Hier wurden nach Wegräumung des Schuttes vom festen Grund aus in gewissen Abständen runde Säulen von 1,20 m Durchmesser aus Bruchsteinen aufgebaut und sodann die ringsum vorhandenen Hohlräume mit Beton ausgefüllt. Andernorts wurde wohl auch, wenn dies angezeigt erschien, der umgekehrte Weg eingeschlagen, insofern man im gelockerten Material, bis auf die feste Sohle, Schächte für die Säulen niederteufte, darin den Säulenaufbau vollzog und dann erst die Aufräumarbeiten und Betonierung vornahm. Man wendete an diesen gefährlichen Stellen in der Regel fünf Reihen in der geschilderten Weise errichteter Stützsäulen an, wie dies beispielsweise der Grundriss, Fig. 39, ersehen lässt. Die paarweise in Abständen von 5 m hintereinander angeordneten Tragsäulen für die beiden Tunnelwiderlager stehen in derselben Flucht, während die zur Sicherung des Sohlengewölbes bestimmten, in der Tunnelachse versetzten Säulen zu den erstgenannten Säulen wechselständig angebracht werden, d. h. in der Mitte des Abstandes der äusseren Säulenreihen ihren Platz erhalten. Die im Sinne des Tunnelverlaufes einander folgenden Säulen sind eine zur andern durch Gewölbsgurten (vergl. Fig. 37 und 38) verbunden. Uebrigens wird an den in Rede stehenden Stellen auch die Dicke der Grundmauern für die Tunnelwiderlager von 2 m bis auf 3,50 m, also ganz ausserordentlich verstärkt und hierbei die weitgehendste Bürgschaft für Sicherheit gewähr-

leistet, welche nur immer gewünscht und gefordert werden mag. Der Körperinhalt des Mauerwerkes, welches zu derartigen Sicherungszwecken im Südringe hergestellt wurde, hat sich ungefähr auf 45000 cbm belaufen; ausserdem sind noch 47000 Langmeter eichene Bohlen für Stollenzimmerungen und 21000 Quadratmeter Bretter für Ausschalungen und Gerüste verbraucht worden. Die Gesamtkosten dieser Untergrundsicherungen haben fast 2 Millionen Francs erreicht, das ist im Durchschnitt nahezu eine halbe Million auf je einen Kilometer der in Frage kommenden Strecke.

Alles zusammengenommen, stellen sich die Kosten für die im Bau begriffene Südringlinie der Pariser Metropolitan, wie folgt:

Für Kanal-, Wasserleitungs-, Gasrohrverlegungen u. dergl. . . .	900000	Frcs.
Eigentliche Baukosten der Strecke	17867000	„
Wiederherstellung der öffentlichen Verkehrswege	540000	„
Personalkosten der Bauleitung und Ueberwachung	3500000	„
gibt zusammen	22807000	„

Diese Kosten verteilen sich auf 7367 m Bahn und ergeben sonach für das laufende Meter einen Durchschnittspreis von 3095 Frcs., der sich hinsichtlich des bereits in Vollendung begriffenen Nordringes (Linie Porte Dauphin — Place de la Nation) mit 2811 Frcs., und für die zuerst ausgeführte Hauptlinie No. 1 (Porte Maillot—Porte de Vincennes) nur mit 2646 Frcs. herausgestellt hat. Dieser, für den Südring so auffällig ungünstige Preisunterschied beruht auf das Ueberwiegen der teuren Hochbahnstrecken und namentlich auf die kostspielige Seineübersetzung.

Die Vollendungsfristen für die Südringlinie sind den ausführenden Bauunternehmungen im allgemeinen mit 16 bis 20 Monaten auferlegt, nur für die Strecke zwischen den Stationen Quai de Passy und Quai de Grenelle, in welcher sich die oft genannten zwei Seinearmbrücken befinden, ist im Sinne des angenommenen, geringsten Angebotes eine Herstellungsfrist von $2^1/_2$ Jahren gewährt worden. Man hofft aber allerorts früher fertig zu werden und die ganze Südringlinie etwa Mitte des Jahres 1905 bereits dem Verkehr übergeben zu können (vergl. *A. Dumas* in Le Génie civil vom 4. April 1903). (Fortsetzung folgt.)

Eigenschaften und Herstellung der Kalksandsteine.

Von Dr. **Gustav Rauter.**

1. Geschichtliches und Theoretisches über Kalksandsteine.

In den letzten Jahren hat die Herstellung der Kalksandsteine sich aus kleinen Anfängen so rasch und kräftig entwickelt, dass alsbald neben der Ziegelindustrie eine heute bereits nicht mehr unbedeutende Kalksandsteinindustrie entstehen und für ihre Erzeugnisse genügenden Absatz finden konnte.

War die neue Industrie im Anfang lebhaften Anfeindungen seitens der Ziegelindustrie ausgesetzt, die einesteils in der einem jeden Neuen entgegengebrachten Scheu, andererseits in der Furcht ihren Grund hatten, durch ein angeblich viel billigeres Verfahren verdrängt zu werden, so arbeiten heute schon die Vertreter beider Erwerbszweige ruhig nebeneinander, nachdem man erkannt hat, dass unter gewissen Bedingungen zwar die neue Kalksandsteinindustrie vorteilhafter zu sein scheine, als die alte Ziegelindustrie, dass aber unter anderen Umständen wiederum diese auch ferner die Oberhand behalten müsse. Diese Umstände sind wesentlich wirtschaftlicher Natur und beziehen sich hauptsächlich auf die jeweiligen örtlichen Herstellungskosten des betreffenden Steines, die wiederum in erster Linie von der Zugänglichkeit und dem Preis der zur Verfügung stehenden Rohstoffe abhängen.

Auch die Anfeindungen sind mit der Zeit verstummt, die die Kalksandsteinindustrie aus dem Grunde zu erfahren hatte, weil man ihre Erzeugnisse nicht sowohl als eine wirtschaftliche Gefahr, sondern vielmehr nur als einen durchaus minderwertigen Ersatz für die Erzeugnisse der Ziegelindustrie erklären zu müssen glaubte. Es hat sich mit der Zeit erwiesen, dass dies durchaus nicht der Fall sei, dass vielmehr gute Kalksandsteine selbst hinter guten Ziegelsteinen in nichts zurückzustehen brauchen.

Was die Benennung des neuen Erzeugnisses anbetrifft, so hat sich hierfür jetzt wohl ziemlich allgemein der Name „Kalksandstein" eingbürgert, da es sich in der Tat um einen aus Kalk und Sand hergestellten Stein handelt, somit jene Bezeichnungsweise am genauesten erkennen lässt, um was es sich handelt. Andere Namen sind noch Kalksandziegel, Sandsteinziegel, Hartstein, Hartziegel oder auch Kunststein, Namen, die sich aber keine allgemeine Geltung haben verschaffen können.

Die Entstehung der Kalksandsteinindustrie wird gewöhnlich als eine Weiterbildung der Mörtelindustrie bezeichnet, indem es sich auch bei ihr um aus Mörtelmasse geformte Steine handelt. Jedoch ist diese Annahme nur scheinbar richtig. Allerdings werden Kalksandsteine, ebenso wie Mörtel, aus Kalk und Sand hergestellt; in der Tat aber beruht ihre Erhärtung auf einer ganz anderen Grundlage, als diejenige des Mörtels. Es wird deshalb zunächst nötig sein, uns die chemischen Vorgänge bei letzterer vor Augen zu führen. Aus gelöschtem Kalk und Sand hergestellter Mörtel stellt sich zunächst als ein mehr oder weniger steifer Brei dar, der erst langsam, nach einigen Tagen, ein gewisses Abbinden erkennen lässt, indem er sich in eine festere, aber doch immer noch sehr weiche und zerreibliche Masse verwandelt. Mit der Zeit nimmt dann die Festigkeit des Mörtels immer mehr zu, bis sie unter Umständen sogar grösser geworden ist, als diejenige der zu dem betreffenden Bau verwendeten Steine selber. Bei diesem Erhärtungsvorgange tritt zunächst nur ein einfaches Eintrocknen des Mörtels durch Wasserabgabe ein, das alsdann von der eigentlichen Versteinerung des Mörtels durch seine Verwandlung in kohlensauren Kalk abgelöst wird. Bedingung für beide Vorgänge ist die Möglichkeit des Zutrittes von atmosphärischer Luft, die einmal die überschüssige Feuchtigkeit aus dem Mörtel aufnehmen, dann aber auch ihre Kohlensäure an den Kalk abgeben muss. Auch bei dieser Kohlensäureaufnahme wird Wasser frei, da hierbei das chemisch gebundene Wasser des Kalkhydrates in Freiheit gesetzt und als solches von der Luft aufgenommen werden muss. Diese beiden Vorgänge werden durch folgende Gleichungen veranschaulicht:

$$(Ca\,(OH)_2 + aq) = Ca\,(OH)_2 + aq$$
$$Ca\,(OH)_2 + CO_2 = Ca\,CO_3 + H_2O$$

Können diese Vorgänge nicht eintreten, was bei Ausschluss der atmosphärischen Luft der Fall sein wird, so kann auch kein Erhärten des Mörtels stattfinden. Dementsprechend ist denn auch der im Innern von dicken Mauern befindliche reine Kalksandmörtel oft selbst nach Jahrhunderten noch weich. So haben z. B. Untersuchungen des Mörtels an der vor einigen Jahren durch Brand zerstörten Dresdener Kreuzkirche gezeigt, dass dieser im Innern des etwa 140 Jahre alten Mauerwerks immer noch nicht erhärtet gewesen war. In Wien zeigte sich der Mörtel im Innern einer 300 Jahre alten Backsteinmauer noch alkalisch und hatte noch nicht die Hälfte der theoretisch zu seiner vollständigen Erhärtung erforderlichen Menge an Kohlensäure aufgenommen.

Diese Tatsachen zeigen, dass dickere Mörtelmassen von gewöhnlicher Herstellungs- und Erhärtungsart keineswegs in dem Sinne zur Festigkeit von Gebäuden mit beitragen, wie man es wohl öfters annimmt. Insbesondere scheint die Annahme nicht haltbar zu sein, wonach sich in einem solchen Mörtel mit der Zeit aus der Umsetzung zwischen Kalk und Sand ein Silikat bilde. Es ist zwar allerdings eine Reihe alter Mörtel untersucht worden, die einen hohen Gehalt an Silikat und eine sehr grosse Härte aufwiesen; aber es handelte

sich in diesen Fällen durchaus nicht um alten Kalkmörtel, sondern um Mörtel mit mehr oder weniger starken Silikatzuschlägen, insbesondere um Trassmörtel. Es ist namentlich bekannt, dass die Römer und auch die rheinischen Baumeister des Mittelalters sich in einem sehr weiten Umfange des Trasses als Baustoff bedient haben, wie namentlich auch die zahlreichen, in Köln noch heute stehenden Bauten zeigen, die aus Basalt, Tuffstein und Trassmörtel errichtet sind. Aber auch in anderen Gegenden Deutschlands scheint früher die Benutzung von Silikatzuschlägen zu Mörtel ziemlich weit verbreitet gewesen zu sein, bis diese in den letzten Jahrhunderten allmählich aus der Praxis verschwanden und erst in den letzten Jahrzehnten wieder neu eingeführt wurden.

Ganz anders verhält es sich dagegen mit den chemischen Vorgängen, die der Erhärtung der Kalksandsteine zu Grunde liegen. Hierbei handelt es sich nicht um Sandkörner, die durch eine als Bindemittel dienende Masse von Kalkhydrat und kohlensaurem Kalk mechanisch verkittet werden, sondern um Silikate, entstanden durch innige chemische Wechselwirkung zwischen Kalk und Sand bei Gegenwart von heissem Wasserdampf. Es hat in dieser Hinsicht kürzlich Professor *Rinne* in Hannover (Tonindustriezeitung 1903, No. 16, 192) sehr interessante Aufschlüsse gegeben, die auf dem Wege gewonnen waren, dass von Kalksandstein Dünnschliffe hergestellt worden waren. Die so erzielten Präparate gestatteten dann, die genaue Struktur des Steines zu erkennen und daraus auf die bei seiner Herstellung vor sich gegangenen chemischen Veränderungen Schlüsse zu ziehen.

Es zeigte sich hierbei, dass die künstlichen Kalksandsteine nicht einfach den natürlichen Steinen mit kalkigem Bindemittel entsprechen, sondern dass sie Sandsteine mit einem Kalk*silikat* als Bindemittel darstellen. Allerdings, sagt *Rinne*, sei immerhin auch eine gewisse Menge an kohlensaurem Kalk vorhanden, wie durch eine mikrochemische Probe an der Möglichkeit des unter Aufbrausen erfolgenden Wegätzens der Teilchen von kohlensaurem Kalk mit Salzsäure zu erkennen sei. In den Dünnschliffen unterscheide man zunächst deutlich die einzelnen Sandteilchen in ihrer wechselnden Grösse und Gestalt. Man sehe auch, wie bei der Wechselwirkung zwischen dem Aetzkalk und dem Sande die Oberfläche der einzelnen Quarzkörnchen oft unregelmässig zerfressen sei. Das Bindemittel zwischen den einzelnen Quarzkörnchen stelle im durchfallenden Licht eine feinkörnige oder feinschuppige Grundmasse von hellem, leicht gelb oder grau gefärbten Stoff dar. Welche chemische Zusammensetzung ihm zukomme, lasse sich ohne genauere Untersuchung vorläufig noch nicht angeben; im allgemeinen könne nur soviel gesagt werden, dass es sich um ein wasserhaltiges Silikat des Kalkes handele. Ausser diesem seien noch mehr oder weniger zahlreiche Kalkspatkrystalle in der Masse enthalten, die durch die Einwirkung der Kohlensäure der Luft auf mit dem Sand nicht in Wechselwirkung getretenen Aetzkalk. entstanden seien. Ferner seien auch noch, falls der verwendete Sand nicht reiner Quarzsand gewesen, Teile von Feldspat, Glimmer oder dergleichen darin zu finden. Ausserdem seien aber auch noch die Porenräume der Kalksandsteine deutlich zu erkennen, die im allgemeinen in den Steinen gleichmässig verteilt seien und keine irgendwie erkennbare Schichtung aufwiesen. Der Natur des Herstellungsganges entsprechend seien diese Hohlräume öfters in ihrem Innern mit Kalkspatkrystallen ausgekleidet.

Es ist also durch diese Untersuchungen wiederum bestätigt worden, dass das Erhärten der Kalksandsteine auf einer Umsetzung zwischen Quarz und Kalk beruht, und dass hierbei eine Karbonatbildung nur insofern als nebenbei verlaufende Reaktion in Frage kommt, als der eigentliche Umsetzungsvorgang nicht vollständig verlaufen und demgemäss noch freies Kalkhydrat übrig geblieben ist.

Unter diesen Umständen ist es denn auch ferner nicht angebracht, den Kalksandsteinbau als eine Fortbildung des Kalk-Piseebaues anzusprechen, welch letzterer nur mit der Mörtelherstellung, nicht aber mit der Kalksandsteinindustrie in Verbindung steht. Beim Kalk-Piseebau wird Kalk durch Zusatz der nötigen Wassermenge in einen dünnen Brei verwandelt und der Sand diesem nach und nach zugesetzt. Die Formung geschieht, indem das Gemisch aus Kalk und Sand zwischen Holzwände eingestampft wird. Die Erhärtung der so hergestellten Mauern erfolgt recht langsam, und zwar in derselben Weise, wie diejenige von Mörtel. Ein besonderer Nachteil dieser Bauweise ist es, dass bei starkem Regen nicht nur nicht weiter gebaut werden kann, sondern auch das bereits fertige Mauerwerk sorgfältig vor Nässe zu schützen ist.

Auch die aus Kalk und Sand hergestellten Steine, die man durch blosses Stehenlassen einer Mörtelmischung an der Luft erhärten lässt, reihen sich dem Kalk-Piseebau an, und haben mit dem eigentlichen Kaldsandstein nur die Ausgangsmaterialien gemein. Die Unbequemlichkeiten, die die Notwendigkeit mit sich brachte, die aus Kalk-Pisee herzustellenden Gebäude in Verschalungen einstampfen zu müssen, und dabei im weitesten Masse von der Witterung abhängig zu sein, führten zu der Herstellung von Werksteinen aus der nämlichen Masse in eigens dazu errichteten und auf Vorrat arbeitenden Anlagen. Die Steine wurden hier unter Dach und Fach hergestellt und auf Gerüsten getrocknet. Man machte dabei dann auch den weiteren Schritt, von dem Einstampfen der einzelnen Steine in Formen zu ihrer maschinellen Herstellung mittels Pressen überzugehen, und hatte so eine Fabrikation ausgebildet, die mit der heutigen Kalksandsteinindustrie bis auf die Erhärtung der Steine unter Dampf schon alles gemeinsam hatte. Eine derartige Fabrik arbeitete denn auch vor 10—20 Jahren in Ferch bei Potsdam mit gutem Erfolge und lieferte nicht nur für private, sondern auch für verschiedene staatliche Bauten in Potsdam, Berlin und anderswo Steine, die sich sehr gut bewährt haben. Indessen ging diese Fabrik doch mit der Zeit ein. Wenn auch über die Gründe dieser Betriebseinstellung nichts weiter bekannt geworden ist, so lässt sich doch vermuten, dass diese vornehmlich in der Abneigung der Maurer gegen den Gebrauch dieser Steine und in daraus sich ergebenden Absatzschwierigkeiten gelegen haben. Denn da die Erhärtung der Mörtelmasse auch beim Vermauern des Steines noch nicht ganz bis ins Innere fortgeschritten war, so mussten die Maurer bei ihrer Verwendung sich ganz besonderer Vorsicht befleissigen, und durften namentlich auch nicht durch Hammerschläge die Steine antreiben.

Um nunmehr zum eigentlichen Kalksandstein und seiner Geschichte zu kommen, so wird gewöhnlich ein von *Dr. Zernikow* genommenes D. R.-P. 502 vom 2. Juli 1877 als erste Veröffentlichung in dieser Hinsicht angesehen. Der Erfinder beschreibt sein Verfahren so, dass er zunächst den Kalk für sich mit Wasser löscht, und zwar in einem mit Rührwerk versehenen und von aussen mit Dampf beheizten Kessel. Es wurde sodann die nötige Menge an Sand hinzugefügt, heisser Wasserdampf in den Kessel eingeleitet und das Erhitzen mehrere Tage lang fortgesetzt. So entstand ein dünner Brei von Kalksilikat, der zunächst zum Steifwerden stehen blieb, bis er in Formen gepresst oder gegossen wurde. Dieses Verfahren erzielte allerdings eine genügende Aufschliessung des Sandes und seine Verwandlung in Silikat, war aber doch für die Praxis viel zu umständlich, und namentlich auch für die Massenherstellung von Mauersteinen durchaus nicht geeignet.

Auch ein Patent von *Cressy & Co.* in Hastings, übertragen gewesen auf *Hugo Beck* in Frankfurt a. M., hat sich auf die Dauer nicht in die Praxis einführen können, obschon danach in der Tat an verschiedenen Stellen gearbeitet worden ist. Nach diesem D. R.-P. 20 890 vom 9. Mai 1882 wird eine Masse aus Sand und gelöschtem Kalk in Formen eingestampft und bleibt hierin einige Zeit stehen, bis die genügende Festigkeit erzielt ist, um die Steine ohne zu grosse Gefahr handhaben zu können. Sie werden alsdann in einen Behälter mit Wasser eingesetzt, das allmählich bis fast zum Kochen, jedoch nicht ganz bis zu diesem Punkt erhitzt wird. Um die Wirkung des Wassers auf den Stein zu verstärken, schreibt der Erfinder vor, statt reinen Wassers lieber eine Auflösung von Kalk zu nehmen. Die nach diesem Verfahren hergestellten Steine kamen unter dem Namen Kunstsandsteine in den Handel, konnten jedoch auf die Dauer nicht einmal gegen natürlichen Werkstein den Wettbewerb im Preise aushalten. Unangenehm war bei der beschriebenen Arbeitsweise namentlich das häufig eintretende Zerfallen der Steine in dem heissen Kalkwasserbad.

Blieben diese beiden Verfahren ohne dauernden Einfluss auf die Technik, so war es dem zeitlich zwischen ihnen liegenden Patent von *Michaelis* vorbehalten, der Ausgangs-

punkt der heutigen Kalksandsteinindustrie zu werden. Dies Patent führt die Nummer 14 195 und datiert vom 5. Oktober 1880. Wie manche andere bedeutende Erfindung, so hatte auch diese das Schicksal, zunächst unbeachtet zu bleiben, sodass der Erfinder sich sogar genötigt sah, dass Patent bei dem Mangel jeglicher Ausnutzung verfallen zu lassen. Es trat hierdurch ein Zustand ein, der es jedem freistellte, den Hauptgrundsatz der jetzigen Kalksandsteinindustrie, nämlich die Erhärtung der aus Kalk und Sand geformten Steine, unter hochgespanntem Dampf in die Praxis überzuführen und von ihm selber etwa damit in Verbindung gebrachte andere Verfahren als seine eigene Erfindung anzusprechen und nach Belieben auszunutzen. Dieser Umstand war allerdings für die neue Industrie von gewissem Vorteil, da sie der Tätigkeit eines Jeden freien Spielraum liess und die Fabriken im allgemeinen von der Notwendigkeit befreite, für irgend ein von ihnen benutztes Verfahren Lizenzgebühren zahlen zu müssen. Demgegenüber trat allerdings auch der Nachteil ein, dass von allen Seiten Einrichtungen zur Kalksandsteinfabrikation angeboten und ausgeführt wurden, die namentlich in den ersten Jahren oft viel zu wünschen übrig liessen. Jedoch ist dieser Uebelstand jetzt wieder ziemlich beseitigt, weil sich auf Grund der gemachten Erfahrungen und sorgfältiger Durchbildung des ganzen Betriebes gewisse Normen und Regeln in der Praxis derjenigen Fabriken fast allgemein eingebürgert haben, die Entwürfe und Maschinen für Kalksandsteinfabriken liefern.

Wir wollen unter diesen Umständen die zahlreichen Verfahren und Patente nicht einzeln aufführen, die sich auf die Herstellung von Kalksandsteinen und auf die dazu zu benutzenden Maschinen beziehen. So weit sie für die Ausgestaltung der Fabrikation von grundsätzlicher Bedeutung sind, kommen hier eigentlich nur drei davon in Betracht, von denen indessen keines als ein wirklicher Fortschritt auf dem Gebiete der Kalksandsteinindustrie anzusehen ist.

Das erste dieser Verfahren ist das von *Simon Neffgen*, auch als Verfahren von *Becker u. Klee* bekannt, D. R.-P. 76246 vom 6. September 1891, das die Härtung von Kalksandsteinen statt unter Hochdruck unter einem geringeren Dampfdruck zum Gegenstande hat. Nach diesem Verfahren werden die Kalksandsteine nicht in Druckkesseln unter Hochdruck einige Stunden lang, sondern in gemauerten Kammern unter Dampf von nicht viel über 100° C. einige Tage lang stehen gelassen und so gehärtet. Das Produkt aus Druck und Zeit steht zwar demjenigen beim Hochdruckhärtungsverfahren nicht viel nach; jedoch ergeben sich immerhin verschiedene theoretische Unterschiede sowie praktische Nachteile.

Das zweite Verfahren ist durch D. R.-P. 103777 vom 12. Mai 1897 geschützt und unter dem Namen des *Kleber*schen Verfahrens bekannt. Es ist ein Verfahren zur Herstellung von Kalksandstein mittels Druckkessels und überhitzten Wasserdampfes, wobei das aus ungelöschtem Kalkpulver, Sand u. dergl. bestehende Gemenge der Steinmasse mit verdünnter Salzsäure von etwa 5—10 v. H. gelöscht wird. Der Zusatz von Salzsäure zu dem zu löschenden Kalk hat eine Zeit lang viel von sich reden gemacht, ist aber wohl kaum in der Praxis irgendwie angewendet worden.

Ein drittes Verfahren, das von *Westphal* und *Sell*, schlägt die Behandlung der frisch geformten Steine in einer Kohlensäureatmosphäre vor, die derart konzentriert sein soll, dass die durch die Verbindung der Kohlensäure mit dem Kalk entstehende Wärme genügt, um den Kalk zu trocknen. Die erforderliche Kohlensäure soll durch Konzentration der aus den Kalköfen zum Brennen des benötigten Kalkes entweichenden Kohlensäure gewonnen werden. Dies letztere Verfahren bedeutet, abgesehen von der umständlichen Benutzung konzentrierter Kohlensäure, nichts weiter, als ein Aufgeben des der heutigen Kalksandsteinfabrikation zu Grunde liegenden Gedankens und hat in der Praxis, wie auch von vornherein wohl anzunehmen war, keinen Erfolg haben können.

Gehen wir nun auf die eigentliche Herstellung der Kalksandsteine über, so muss zunächst gefragt werden, welchen Bedingungen die Fabrikation zu genügen hat, um ein allen Anforderungen entsprechendes Erzeugnis zu liefern. Der Kalksandstein stellt sich als eine Anhäufung von Sandstücken dar, die durch ein ursprünglich aus Kalk bestehendes, dann aber sich in chemischer Wechselwirkung mit der Oberfläche des Sandes in Kalksilikat verwandelndes Bindemittel zusammengehalten werden und ist ausserdem von zahlreichen Hohlräumen durchsetzt. Es kommen also drei Teile in Betracht, der Sand, der Kalk und die Hohlräume. Wenn wir vorläufig von letzteren absehen, so ist von Kalk und Sand der erstere weitaus das kostspieligere Material, das übrigens auch an und für sich und in seinen Verbindungen eine geringere Festigkeit besitzt, als der Sand. Es geht daraus die Forderung hervor, so zu arbeiten, dass möglichst viel Sand und möglichst wenig Kalk verbraucht wird.

Nun stellt sich die Entstehung der Kalksandsteine derartig dar, dass die einzelnen in sie eingebrachten Sandkörner allseitig von einer Schicht Kalk überzogen werden, welche Kalkschicht unter dem Einflusse von Hitze und Feuchtigkeit sich in ein Kalksilikat verwandelt und auf diese Weise einen festen Kitt zwischen den einzelnen Sandkörnern bildet. Ist die Kalkschicht zu stark, so wird sie nicht leicht in ihrer ganzen Dicke in Silikat umgesetzt werden können, sondern es wird ein Teil des Kalkes als solcher bestehen bleiben und mit der Zeit in Wechselwirkung mit der Kohlensäure der Luft in kohlensauren Kalk übergehen. Hieraus geht zunächst ebenfalls hervor, dass die die einzelnen Sandkörner einhüllende Kalkschicht möglichst dünn, demgemäss also auch die Menge des verwendeten Kalkes möglichst gering sein soll. Andererseits wird es hierdurch auch erklärlich, warum selbst verhältnismässig von vornherein weniger gute Kalksandsteine doch mit der Zeit an Festigkeit zunehmen. Es ist aber auch ersichtlich, dass von vornherein vollständig erhärtete Kalksandsteine bei dem Fehlen von noch freiem Aetzkalk in ihrer Masse keine Gelegenheit, und es allerdings auch nicht nötig haben, durch Kohlensäureaufnahme weiter zu erhärten. Ob und inwiefern allerdings auch diese Kalksandsteine etwa durch weitere chemische Umsetzungen eine zunehmende Erhärtung erfahren können, ist noch nicht aufgeklärt, und jedenfalls von vornherein nicht zu verneinen.

Es ergibt sich aus dem Vorhergesagten nun weiter, dass derjenige Kalk zu der Verwendung für Kalksandstein der beste sein wird, der die Fähigkeit besitzt, sich am leichtesten ganz fein zu verteilen. Eine solche Fähigkeit kommt nun aber namentlich solchem Kalk zu, der von anderen Verbindungen möglichst frei ist, nämlich dem sogenannten Fettkalk. Dieser gibt beim Löschen ein sehr zartes Pulver, das einen sehr grossen Raum in Anspruch nimmt und deshalb befähigt ist, eine möglichst grosse Zahl von Sandkörnern zu überziehen.

Es geht aber ferner daraus für den Sand die Forderung hervor, dass seine Oberflächenbeschaffenheit möglichst derartig sein soll, dass er dem Kalk eine möglichst grosse Angriffsfläche bietet. Man wird also den Sand nicht gern von allzu grobem Korn nehmen, und dabei andererseits auf solchen von möglichst kantiger Form und rauher Oberfläche sehen. Im übrigen ist indessen diese letztere Frage von verhältnismässig untergeordneter Bedeutung, da sich aus fast jedem Sande gute Kalksandsteine herstellen lassen, vorausgesetzt, dass er auch wirklich aus Quarz oder wenigstens aus Silikaten besteht. Ein Sand, der dagegen aus Kalkstein oder dergl. besteht, ist für die Kalksandsteinfabrikation nicht geeignet, während er für die Herstellung von gewöhnlichem Mörtel in weitestem Umfange benutzt zu werden pflegt, wie z. B. in Oberbayern oder in der westlichen Schweiz. Dagegen steht andererseits nichts im Wege, sich statt natürlichen Sandes zerkleinerter Gesteine von verschiedener Zusammensetzung zu bedienen. Als solche kommen in erster Linie die gröberen Beimischungen des Sandes selber in Betracht, wie Kies oder Steine. Ferner werden auch Quarzitschiefer, sowie sonstige Materialien gelegentlich zur Kalksandsteinherstellung mit herangezogen. Immerhin sind dies nur Ausnahmefälle, da im allgemeinen geeigneter Sand billig genug zu haben ist und als solcher keine weitere Bearbeitung, als höchstens ein Durchsieben erfordert.

Was schliesslich den dritten Bestandteil der Kalksandsteine angeht, nämlich die in ihnen enthaltenen Hohlräume, so teilt er diese Eigenschaft mit fast einem jeden Baustein, namentlich auch mit den Ziegelsteinen. Die Hohlräume sind einerseits für den Zutritt der Luft zu allen Teilen des Mauerwerks erwünscht, andererseits auch für die leichte Annahme des Mörtels wichtig. Man kann übrigens durch geeignete Auswahl

der Rohmaterialien die verhältnismässige Menge der in den erzeugten Kalksandsteinen befindlichen Hohlräume entsprechend den jeweilig daran gestellten Forderungen leicht abändern. Nimmt man gröberen Sand von gleichmässigem Korn, so werden die Hohlräume verhältnismässig zahlreich und gross sein. Nimmt man feineren Sand, so werden sie stark verkleinert, und nimmt man ein Gemisch von grobem und feinem Sand, so werden sie auf das allergeringste Mass herabgedrückt. Man erhält nach dem ersteren Verfahren einen leichteren, nach dem zweiten einen mittleren und nach dem dritten einen schweren und dichten Stein. Im allgemeinen bietet es natürlich keine Vorteile, besonders dichte und schwere Steine herzustellen, schon deshalb nicht, weil hierdurch das Gewicht des hergestellten Mauerwerks unnötig vergrössert wird, und weil andererseits auch ein gewisses Mass von Porosität der Steine durchaus nicht unerwünscht ist.

Als mehr oder weniger schwankender Bestandteil in den Kalksandsteinen kommen ferner noch kleinere Mengen von Ton in Betracht, die namentlich auch aus unreinem Sand oder Kalk herrühren, manchmal aber auch absichtlich zugesetzt sind. Es hat sich gezeigt, dass geringe Zusätze an Ton der Kalksandmasse grössere Festigkeit in dem Zeitpunkt zwischen erfolgter Pressung der Steine und deren Einsetzen in den Härtekessel verleihen. Durch die Klebekraft des Tones wird der Stein besser zusammengehalten und dadurch vor Beschädigung während dieses kritischen Zeitraumes geschützt. Jedoch geht man andererseits aus dem Grunde nicht gerne mit dem Tonzusatz auf einen nennenswerten Betrag hinauf, weil der Ton eine verhältnismässig grössere Menge von Kalk zu seiner Aufschliessung erfordert, als es beim Quarzsand der Fall ist. Denn während letzterer nur auf seiner Oberfläche in kieselsauren Kalk verwandelt wird, so muss der ausserordentlich fein verteilte Ton durch und durch in kieselsauren Kalk und eine Verbindung von Kalk und Tonerde umgesetzt werden. Auch soll ein zu starker Tonzusatz die Festigkeit der damit hergestellten Steine ungünstig beeinflussen.

Auch die färbenden Bestandteile der Kalksandsteine sind hier zu erwähnen. Im allgemeinen haben diese entsprechend der Farbe von Kalk und Sand eine rein weisse Färbung, die unter Umständen je nachdem etwas ins Graue oder Gelbliche übergeht. Wünscht man gefärbte Kalksandsteine herzustellen, so muss man der Masse einen färbenden Zusatz von irgend einer Mineralfarbe geben, die man schon wegen ihres verhältnismässig hohen Preises nicht in zu grosser Menge anwenden wird. Auch kommt hinzu, dass sich die Farbe in der Regel an den chemischen Vorgängen, die zur Erhärtung des Steines führen, nicht beteiligt, und schon deshalb nur einen ganz geringen Prozentsatz bilden darf. Man kommt unter Umständen schon mit etwa $1/2$ v. H. an Farbzusatz zu der Masse aus. Neuerdings ist übrigens noch ein anderer Weg zur Erzielung gefärbter Kalksandsteine eingeschlagen worden, nämlich die Verwendung von zerkleinerten an sich gefärbten Silikaten an Stelle von gewöhnlichem Quarzsand, wodurch eine durchaus haltbare Färbung erzielt wird, die aber, da das Silikat überall von Kalk umgeben ist, keine grosse Farbenstärke besitzt. Indessen handelt es sich hier nicht eigentlich um Erzeugnisse, die absichtlich, sondern vielmehr nur um solche, die zufällig gefärbt sind, eben infolge der Verwendung gefärbter Rohstoffe. Man hat so z. B. farbige Abfälle aus Steinbrüchen auf Kalksandstein verarbeitet.

(Fortsetzung folgt.)

Bücherschau.

Berechnung und Konstruktion der Schiffsmaschine und -Kessel von Dr. *G. Bauer*. Handbuch, berechnet zum Gebrauch für Konstrukteure, Seemaschinisten und Studierende. München-Berlin. R. Oldenbourg.

Das Buch liefert auf 653 Schriftseiten mit 500 Abbildungen, 11 Tafeln und vielen Zusammenstellungen eine Fülle des wertvollsten Stoffes.

I. Teil, *die Hauptmaschine*, bringt Zylinderabmessungen, die Dampfausnutzung, Drehmoment und Massenausgleich, Anordnung, sowie auf nicht weniger als 146 Druckseiten die Einzelteile der Hauptmaschine.

II. Teil, *Pumpen*, behandelt Luft-, Kreisel- und Speisepumpen, einige weitere Pumpen für Schiffszwecke, sowie die Beanspruchungen der Gestänge.

III. Teil, *Wellenleitung*, Schiffswiderstand und Schiffschraube, bringt nur ganz kurz die von *Froude* und *Middendorf* berechneten Gleichungen für den Schiffswiderstand und vernachlässigt die *Riehn*schen Arbeiten ganz. Sehr wertvoll sind dagegen die Zusammenstellungen über die hierher gehörigen Angaben der bedeutendsten ausgeführten Schiffe. Ebenso ist die Behandlung der Schraube sehr eingehend und in beachtenswerter Weise durchgeführt.

IV. Teil, *Rohrleitung*, behandelt zuerst die Flanschenverbindungen und zwar für Hochdruck bis zu Drucken von 20 kg/qcm, hier ist das heute mit so viel Erfolg durchgeführte Einwalzen der Rohre in die Flanschen, welches namentlich von eigens darauf eingerichteten Werken — wie *Franz Seiffert & Co.* Berlin — anstandslos bis zu Rohrweiten von 400 mm ausgeführt wird, vollständig unbeachtet gelassen. Auch sonst sind neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Ventilverschlüsse nicht gerade reichlich vorhanden, dagegen beruht das Gebotene auf einer gründlichen Erfahrung an ausgeprobten und bewährten Ausführungen und zwar in unserem leistungsfähigsten deutschen Werk.

V. Teil, *Dampfkessel* und seine Feuerung, behandelt in erster Linie die Feuerung, den Verbrennungsvorgang, sowie seine Beförderung durch die künstliche Luftzufuhr, wobei die Luftzufuhr durch den Kreisel bezw. die dabei angewendete Schaufelform, sowie deren Zahl eine recht eingehende und dankenswerte Beleuchtung erfährt: auch die Kesselbauart selbst, Walzenkessel, sowie die verschiedenen Formen der Wasserrohrkessel sind eingehend behandelt, ebenso der Kamin und die Ausrüstung der Kessel.

VI. Teil, *Messapparate*, bringt auf 15 Seiten in Kürze die namhaftesten Vorrichtungen zur Bestimmung von Dampfdruck. Rauchgasgehalt, Kohlenheizwert und Maschinenerschütterungen. Hier dürften fernere Auflagen noch manches Neue und Gute bringen.

VII. Teil, *Verschiedenes*, behandelt Schraubenverbindungen, Laufbahnen, Hebevorrichtungen oberhalb der Maschinen, Bodenträger, für Maschinen und Kessel, Schmierung, Aschauswurf und Ersatzteile.

VIII. Teil, enthält auf 106 Seiten die für den Ingenieur unentbehrlichen, mathematischen und technischen Zusammenstellungen.

Alles in allem ist das Werk von reichem, gediegenen Inhalt und hat als solches auch im Ausland, namentlich in der einschlägigen englischen Fachpresse, die so verdiente Würdigung erfahren.

Es ist nicht nur zu wünschen, sondern auch bei der Gediegenheit des Inhalts vorauszusehen, dass das Werk noch manche Auflage erleben wird, und wird es sich dann unbedingt entsprechend seiner Bedeutung in manchem seiner 8 Teile weiter vervollkommnen. *Em. Arp.*

Die elektrotechnische Praxis. Praktisches Hand- und Informationsbuch für Ingenieure, Elektrotechniker, Montageleiter, Monteure, Betriebsleiter und Maschinisten elektrischer Anlagen, sowie für Fabrikanten und Industrielle. In drei Bänden gemeinverständlich bearbeitet von *Fritz Förster*, Oberingenieur. II. Bd.: Elektrische Lampen und elektrische Anlagen. Mit 51 in den Text gedruckten Figuren. Berlin, 1902. Louis Marcus.

Auch der zweite Band dieses drei Bände umfassenden Werkes entspricht den gehegten Erwartungen, indem in dem ersten Abschnitte dieses Bandes eine klare Darstellung der Wirkungsweise der Bogen und Glühlampen gegeben wird und auch der Verwendungsweise derselben in ausreichender Weise gedacht erscheint, ohne dass auf die Einzelheiten der technischen Ausführung wesentlicher Wert gelegt ist. Im zweiten Abschnitt dieses Bandes werden die Leser mit dem mechanischen und elektrischen Teile von Gleichstromanlagen vertraut gemacht. Auch dieser Abschnitt ist den angestrebten Zwecken vollkommen angepasst und dürfte demnach dieses Werk, wenn man sich auch nicht mit allen Ausführungen vollkommen einverstanden erklären kann, in den betreffenden Kreisen einer guten Aufnahme sicher sein. *A. P.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 36. Berlin, 5. September 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



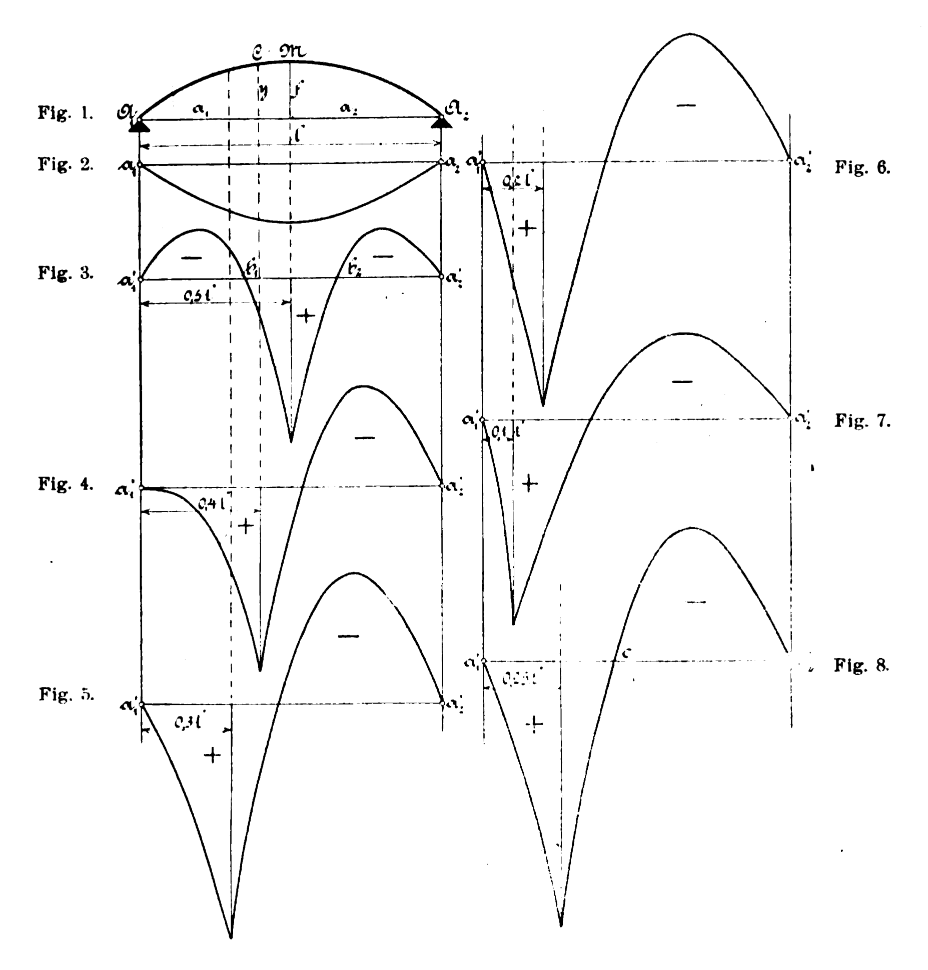
Von den Einflussflächen eines Bogenträgers mit zwei an den Kämpfern gelegenen Gelenken.

Von Prof. **Ramisch** in Breslau.

I.

Im Hefte 7 vom 15. Februar 1902[1]) ist vom Verfasser die Untersuchung eines flachen Bogenträgers mit zwei an den Kämpfern gelegenen Gelenken geschehen und es wurde gezeigt, wie man auf allein zeichnerischem Wege die Einflussflächen für die Horizontalkraft und für das Biegungsmoment irgend eines Querschnitts darstellen kann. Für praktische Anwendungen wird es jedoch vorzuziehen sein, die *Gleichungen* der Einflusslinien zu geben, um sie auf Grund derselben zu zeichnen, weil man dann wichtige Folgerungen daran knüpfen kann.

In Fig. 1 ist ein flacher Kreisbogen als Verbindungslinie der Querschnittsschwerpunkte eines Gewölbes mit den Kämpfergelenken als A_1 und A_2 dargestellt. Im beliebigen Punkte C des Bogens, welcher von den senkrechten Auflagerdrücken in A_1 und A_2 die bezüglichen Abstände a_1 und a_2 hat, möge eine senkrechte Kraft P wirken. Hierdurch werden in A_1 und in A_2 Horizontalkräfte erzeugt, von denen wir jede mit X bezeichnen. Berücksichtigen wir nicht die Temperatur, so entsteht nach Formel 14, S. 105 des genannten Aufsatzes



$$X = \frac{5}{8} \cdot P \cdot \frac{a_1 \cdot a_2 \cdot (a_1^2 + 3\, a_1 \cdot a_2 + a_2^2)}{f_1 \cdot l^3}$$

und nach Formel 13.)

$$f_1 = f \cdot \left(1 + \frac{15}{8} \cdot \frac{J}{F \cdot f^2}\right)$$

Hierbei kann

$$\frac{15}{8} \cdot \frac{J}{F \cdot f^2}$$

[1]) Dinglers polyt. Journal. Man vergleiche auch: *Müller*-Breslau. Die neueren Methoden der Festigkeitslehre. Aufgabe 4, Seite 170.

gegen 1 vernachlässigt werden, sodass wir $f = f_1$ setzen und es bedeutet f die Pfeilhöhe und l die Spannweite des Bogens. Weiter ist $a_2 = l - a_1$. Daher ergibt sich

$$X = \frac{5}{8} \cdot \frac{P \cdot l}{f} \cdot \left\{\left(\frac{a_1}{l}\right)^4 - 2\left(\frac{a_1}{l}\right)^3 + \left(\frac{a_1}{l}\right)\right\}$$

Man zeichne in Fig. 2 eine horizontale Linie $\overline{a'_1\, a'_2}$ zwischen den Auflagerdrücken hin und nehme mit ihr zusammenfallend die X-Achse eines rechtwinkligen Koordinatenkreuzes mit dem Koordinatenanfangspunkt a_1' an; die andere Achse nennen wir die Z-Achse, sodass die Koordinaten irgend eines Punktes der Einflusslinie für die Horizontalkraft mit x und z zu bezeichnen sind. Man setze nun in der vorigen Gleichung x statt a_1 und

$$\frac{X}{P} \cdot f = z \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1.)$$

so hat man

$$z = \frac{5}{8} \cdot l \cdot \left(\left(\frac{x}{l}\right)^4 - 2\left(\frac{x}{l}\right)^3 + \left(\frac{x}{l}\right)\right) \cdot \quad 2.)$$

als Gleichung der Einflusslinie für die Horizontalkraft. In Fig. 2 ist die Einflusslinie gezeichnet worden, indem man der Reihe nach, wenn $\frac{x}{l} = 0{,}1$, $0{,}2$, $0{,}3$, $0{,}4$, $0{,}5$, $0{,}6$, $0{,}7$, $0{,}8$ und $0{,}9$ ist, für $\frac{5}{8}\left(\left(\frac{x}{l}\right)^4 - 2\left(\frac{x}{l}\right)^3 + \left(\frac{x}{l}\right)\right)$ erhält: 0,0 613 125, 0,11 600, 0,1 588 125, 0,18 600, 0,1 953 125, 0,18 600, 0,1 588 125, 0,11 600 und 0,0 613 125.

Da nun

$$X = P \cdot \frac{z}{f}$$

ist, so erkennt man, dass, wenn das Gewölbe von den Lasten P_1, P_2, P_3, P_4 usw. beansprucht ist, welche die zugehörigen Ordinaten z_1, z_2, z_3, z_4 usw. von der Einflusslinie haben, die hierdurch erzeugte Horizontalkraft

$$X = \frac{1}{f} \cdot (P_1 \cdot z_1 + P_2 \cdot z_2 + P_3 \cdot z_3 + P_4 \cdot z_4 \ldots .)$$

sich ergibt.

Wir gehen jetzt dazu über, die Gleichung für die Einflusslinie des Biegungsmomentes vom beliebigen Punkte C des Bogens aufzustellen. Zu dem Zwecke möge sich zwischen A_1 und C eine Last P auf dem Gewölbe befinden, welche von A_1 den Abstand x hat. Hierdurch entsteht in A_2 ein Auflagerdruck, welcher $\frac{P \cdot x}{l}$ ist. Das Biegungsmoment im Punkte C, welches wir M_l nennen wollen, berechnet sich, wenn y der Abstand des Punktes von $\overline{A_1 A_2}$ ist, aus der Gleichung

$$M_l = \frac{P \cdot x}{l} \cdot a_2 - X \cdot y$$

wobei X der von P verursachte Horizontalschub ist.

Befindet sich dagegen die Last P zwischen C und A_2 und hat von A_2 den Abstand x, so entsteht für das Biegungsmoment im Punkte C, welches wir M_r nennen wollen, der Wert

$$M_r = \frac{P \cdot x}{l} \cdot a_1 - X \cdot y$$

worin X wiederum der von dieser Kraft verursachte Horizontalschub ist. Berücksichtigt man hierbei den Wert von X und bedenkt, dass

$$y = \frac{4 \cdot f \cdot a_1 \cdot a_2}{l^2}$$

ist, weil der flache Kreisbogen als Parabelbogen aufgefasst werden kann, so hat man

$$M_l = P \cdot \frac{a_2}{l} \cdot \left(x - 4 \cdot \frac{a_1}{l} \cdot z\right)$$

und

$$M_r = P \cdot \frac{a_1}{l} \cdot \left(x - 4 \cdot \frac{a_2}{l} \cdot z\right)$$

Man setze

$$\frac{M_l}{P} = z' \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3.)$$

und

$$\frac{M_r}{l} = z'' \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4.)$$

so hat man weiter

$$z' = \frac{a_2}{l}\left(x - 4 \cdot \frac{a_1}{l} \cdot z\right) \quad \ldots \quad 5.)$$

und

$$z'' = \frac{a_1}{l}\left(x - 4 \cdot \frac{a_2}{l} \cdot z\right) \quad \ldots \quad 6.)$$

Man zeichne eine horizontale Gerade zwischen den Auflagerdrücken $\overline{a'_1\, a'_2}$, wie es in den Fig. 3—8 geschehen ist, hin; damit zusammenfallend nehme man die X-Achse eines rechtwinkligen Koordinatenkreuzes an; die andere Achse nenne man Z'-Achse, wenn a_1' der Koordinatenanfangspunkt ist und Z''-Achse, wenn a_2' zum Koordinatenanfangspunkt genommen wird. Die Gleichung 5.) ist nun die Gleichung der Einflusslinie für das Biegungsmoment des Punktes C zwischen A_1 und C, und die Gleichung 6.) ist die Gleichung der Einflusslinie für das Biegungsmoment dieses Punktes zwischen A_2 und C. *Es besteht also diese Einflusslinie aus zwei verschiedenen Kurven.*

In Fig. 3 ist genommen worden

$$a_1 = 0{,}5\, l$$

also auch

$$a_2 = 0{,}5\, l$$

Man hat dann nach den Formeln 5.) und 6.)

$$\frac{z'}{l} = 0{,}5\, \frac{x}{l} - \frac{z}{l}$$

und

$$\frac{z''}{l} = 0{,}5 \cdot \frac{x}{l} - \frac{z}{l}$$

und der Wert für z ist hier, wie auch künftig aus Gleichung 2.) zu entnehmen. Man erhält nun der Reihe nach für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2,\ 0{,}3,\ 0{,}4 \text{ und } 0{,}5$$

$$\frac{z'}{l} = -\,0{,}0\,113\,125,\ -\,0{,}0160,\ -\,0{,}0\,088\,125,\ +\,0{,}014,\ +\,0{,}0\,546\,875$$

und

$$\frac{z''}{l} = -\,0{,}0\,113\,125,\ -\,0{,}0160,\ -\,0{,}0\,088\,125,\ +\,0{,}014 \text{ und } \pm\,0{,}0\,546\,875.$$

Mittels dieser Ordinaten ist in Fig. 3 die Einflusslinie für das Biegungsmoment des mittleren Punktes M des Bogens gezeichnet worden. Da die Ordinaten teils positiv und teils negativ sind, was übrigens bei den künftigen Einflusslinien auch der Fall sein wird, so sind die Ordinaten der Einflussfläche unter $\overline{a_1'\, a_2'}$ positiv und über $\overline{a_1'\, a_2'}$ negativ zu nehmen.

In Fig. 4 ist $a_1 = 0{,}4$, also $a_2 = 0{,}6\, l$ gewählt worden. Wir haben deshalb nach den Formeln 5.) und 6.)

$$z' = 0{,}6\, X - 0{,}96 \cdot z$$

und

$$z'' = 0{,}4\, x - 0{,}96 \cdot z$$

Man hat für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2,\ 0{,}3 \text{ und } 0{,}4$$

der Reihe nach

$$\frac{z'}{l} = +\,0{,}00\,114,\ +\,0{,}00\,864,\ +\,0{,}02\,754\,091 \text{ und } +\,0{,}06\,144$$

und für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2,\ 0{,}3,\ 0{,}4,\ 0{,}5 \text{ und } 0{,}6$$

der Reihe nach

$$\frac{z''}{l} = -\,0{,}01\,886,\ -\,0{,}03136,\ -\,0{,}03\,245\,909,\ -\,0{,}01\,856,\ +\,0{,}0125 \text{ und } +\,0{,}06\,144$$

In Fig. 5 ist $a_1 = 0{,}3\, l$, also $a_2 = 0{,}7\, l$ gewählt. Wir erhalten deshalb aus den Formeln 5.) und 6.)

$$z' = 0{,}7 \cdot x - 0{,}84 \cdot z$$

und

$$z'' = 0{,}3 \cdot x - 0{,}84 \cdot z$$

Daher für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2 \text{ und } 0{,}3$$

der Reihe nach

$$\frac{z'}{l} = + 0{,}0\,184\,985,\ + 0{,}04\,256 \text{ und } + 0{,}0\,765\,975$$

und für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2,\ 0{,}3,\ 0{,}4,\ 0{,}5,\ 0{,}6,\ 0{,}7$$

der Reihe nach

$$\frac{z''}{l} = -0{,}0\,215\,025,\ -0{,}03\,744,\ -0{,}043\,025,\ -0{,}03\,624$$
$$-0{,}0\,140\,625,\ +0{,}023\,760 \text{ und } +0{,}0\,765\,975.$$

In Fig. 6 ist $a_1 = 0{,}2 \,.\, l$, also $a_2 = 0{,}8 \,.\, l$ genommen worden. Es entsteht deshalb

$$z' = 0{,}8 \,.\, x - 0{,}64 \,.\, z$$

und

$$z'' = 0{,}2 \,.\, x - 0{,}64\, z$$

Man hat für

$\frac{x}{l} = 0{,}1$ und $0{,}2$ bezw. $\frac{z'}{l} = 0{,}04\,076$ und $+ 0{,}08\,576$

und für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2,\ 0{,}3,\ 0{,}4,\ 0{,}5,\ 0{,}6,\ 0{,}7 \text{ und } 0{,}8$$

der Reihe nach

$$\frac{z''}{l} = -0{,}01\,924,\ -0{,}03\,424,\ 0{,}04\,164,\ -0{,}03\,904,$$
$$-0{,}02\,500,\ +0{,}00\,096,\ +0{,}03\,836 \text{ und } +0{,}08\,576.$$

In Fig. 7 ist $a_1 = 0{,}1\, l$, also $a_2 = 0{,}9\, l$ genommen worden. Wir haben deshalb

$$z' = 0{,}9\, x - 0{,}36 \,.\, z$$

und

$$z'' = 0{,}1\, x - 0{,}36 \,.\, z$$

Für $\frac{x}{l} = 0{,}1$ entsteht

$$\frac{z'}{l} = + 0{,}0\,679\,275$$

und für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2,\ 0{,}3,\ 0{,}4,\ 0{,}5,\ 0{,}6,\ 0{,}7,\ 0{,}8 \text{ und } 0{,}9$$

entsteht der Reihe nach

$$\frac{z''}{l} = 0{,}0\,120\,725,\ 0{,}02\,176,\ -0{,}0271\,725,\ -0{,}02\,696,$$
$$-0{,}0\,203\,125,\ -0{,}00\,696,\ +0{,}0\,128\,275,\ +0{,}03\,824 \text{ und } +0{,}0\,679\,275.$$

Um grosse Ordinaten zu erhalten, wurden übrigens für die Zeichnungen der Einflusslinien, sowie für die folgende die Gleichungen

$$z' = \frac{1}{n} \cdot \frac{n\, a_2}{l} \left(x - 4 \,.\, \frac{a_1}{l} \,.\, z\right)$$

und

$$z'' = \frac{1}{n} \cdot \frac{n \,.\, a_1}{l} \cdot \left(x - 4 \,.\, \frac{a_2}{l} \,.\, z\right)$$

welche mit den Gleichungen 5.) und 6.) ganz übereinstimmen, angewendet. Hierbei ist n eine beliebige Zahl, welche man als ganze, recht grosse Zahl wählen muss. Für die Zeichnungen ist stets $n = 10$ genommen.

Man nenne F den Inhalt irgend einer Einflussfläche für das Biegungsmoment eines Punktes des Bogens und denke sich das Gewölbe mit g für die Längeneinheit gleichmässig belastet, so ergibt sich das Biegungsmoment

$$M_0 = g \,.\, F$$

für den betreffenden Punkt.

Wenn aber der Bogen vollständig gleichmässig belastet ist, so ist bekanntlich dafür die Parabel die Stützlinie, und da der flache Kreisbogen als *Parabel angesehen werden kann*, so ist der Bogen selbst Stützlinie für die gleichmässige Belastung. Es können dann aber in *keinem* Punkte des Bogens Biegungsmomente entstehen und *jeder Querschnitt wird in allen Punkten gleich stark beansprucht*. Hieraus folgt, dass $M = 0$, also auch $F = 0$ sein muss. *Es sind also bei allen gezeichneten Einflussflächen die unter der Grundlinie* a_1' a_2' *liegenden Teile genau so gross, wie die darüber gezeichneten Teile.* Dies gilt aber nicht nur für die gezeichneten Flächen, sondern auch für die Einflussfläche des Biegungsmomentes eines beliebigen Punktes des Bogens.

Will man nun z. B. im Punkte M das grösste Biegungsmoment haben, so muss man (zu beachten Fig. 1 und 3) den Bogen entweder zwischen a_1' und b_1 und zwischen a_2' und b_2 oder zwischen b_1 und b_2 allein belasten. Befindet sich eine Last über b_1 oder über b_2, so wird hierdurch in M kein Biegungsmoment hervorgebracht, wenn auch die Lasten noch so gross sind, vorausgesetzt jedoch, dass die Elastizitätsgrenze nicht überschritten wird, weil die Untersuchung nur innerhalb der Elastizität Giltigkeit hat. Die Einflussfläche zwischen b_1 und b_2 nehmen wir positiv, es hat dies folgende Bedeutung. Befindet sich zwischen b_1 und b_2 eine Last, so werden die oberen Fasern des Querschnitts von M gedrückt und die unteren Fasern gezogen. Befindet sich jedoch eine Last im übrigen Teile des Gewölbes, also entweder zwischen a_1' und b_1 oder zwischen a_2' und b_2, so werden die oberen Fasern desselben Querschnitts gezogen und die unteren Fasern werden gedrückt. Aehnliche Betrachtungen können wir für alle übrigen Querschnitte machen, sodass wir sie unterlassen können.

II.

In der Untersuchung ist stillschweigend vorausgesetzt worden, dass der Bogen *überall denselben Querschnitt hat.* Der Querschnittsbestimmung werden wir deswegen die Einflussfläche zu grunde legen, welche die grösste Ausdehnung zeigt. Ein Blick auf die Abbildungen zeigt uns, dass hierzu entweder Fig. 5 oder Fig. 6 passt. Wir wollen uns nun überzeugen, ob dazwischen eine Figur ist, welche noch grössere Ausdehnung zeigt, als diese Figuren. Wir nehmen deswegen

$$a_1 = 0{,}25\, l \text{ und } a_2 = 0{,}75\, l$$

Hierdurch erhält man

$$z' = \frac{3}{4}\, x - \frac{3}{4}\, Z \quad \ldots\ldots \quad 7.)$$

und

$$z'' = \frac{1}{4}\, x - \frac{3}{4}\, Z \quad \ldots\ldots \quad 8.)$$

Man hat für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2 \text{ und } 0{,}25$$

der Reihe nach

$$\frac{z'}{l} = + 0{,}029\,015\,625,\ + 0{,}635 \text{ und } 0{,}087\,524$$

und für

$$\frac{x}{l} = 0{,}1,\ 0{,}2,\ 0{,}3,\ 0{,}4,\ 0{,}5,\ 0{,}6,\ 0{,}7 \text{ und } 0{,}75$$

der Reihe nach

$$\frac{z''}{l} = 0{,}020\,984\,375,\ -0{,}0370,\ -0{,}044\,109\,375,$$
$$-0{,}0395,\ -0{,}021\,484\,375,\ +0{,}0105,\ +0{,}055\,890\,625$$
$$\text{und } +0{,}087\,524.$$

Wie wir sehen, besitzt *diese Einflussfläche die grössten Ausdehnungen und sie ist daher der Querschnittsbestimmung des Gewölbes allen übrigen vorzuziehen. Indem wir dies tun, behaupten wir zugleich, dass die gefährlichen Querschnitte des Bogens sich in den Abständen* $0{,}25\, l = \frac{1}{4}\, l$ *von dem linken und dem rechten Auflager befinden.* Es kann möglicherweise eine Einflussfläche vorhanden sein, welche noch grössere Ausdehnungen wie diese hat; wenn wir jedoch die Fig. 5, 6 und 8 (und in letzterer ist die Einflusslinie gezeichnet worden für $a_1 = 0{,}25$ und $a_2 = 0{,}75$) betrachten, so erkennen wir, dass der Unterschied nicht mehr gross ist, sodass wir Fig. 8 der Bestimmung des Maximalbiegungsmomentes und die Fig. 2 der Bestimmung der Horizontalkraft zur Ermittlung des Bogenquerschnitts zu grunde legen können. **Es genügen also dazu allein die Fig. 2 und 8.**

Zur Querschnittsberechnung hat man also nur folgende Gleichungen zu benutzen

$$X = P \,.\, \frac{z}{f}$$

$$z = \frac{5}{8} \cdot \left(\left(\frac{x}{l}\right)^4 - 2\left(\frac{x}{l}\right)^3 + \left(\frac{x}{l}\right)\right)$$

$$M_l = P \,.\, z' \text{ und } M_1 = P \,.\, z''$$

$$z' = \frac{3}{4}\, x - \frac{3}{4} \,.\, z$$

und

$$z'' = \frac{1}{4}\, x - \frac{3}{4} \,.\, z$$

Das Maximalbiegungsmoment entsteht, wenn der Bogen zwischen a_1' und c oder zwischen a_2' und c in Fig. 8 belastet ist. Beide Flächenteile werden bei beweglicher Last zu verwenden sein, bei gleichmässig verteilter Last genügt jedoch der Teil zwischen c und a_2' allein. — Wir haben aus den letzten Gleichungen

$$M_r = P \,.\, z'' = P \,.\left(\frac{1}{4}\, x - 3 \,.\, z\right)$$

d. h.

$$M_r = P \,.\left|\frac{1}{4}\, x - \frac{15}{8 \,.\, 4}\, l \,.\left(\left(\frac{x}{l}\right)^4 - 2 \,.\left(\frac{x}{l}\right)^3 + \left(\frac{x}{l}\right)\right)\right|$$

als massgebend. Für eine Belastung über c entsteht $M_r = 0$, und unser Ziel ist vor allen Dingen die Strecke $\overline{a_2' c}$ zu bestimmen.

Aus der Gleichung ergibt sich

$$\frac{1}{4} - \frac{15}{32}\left(\left(\frac{x}{l}\right)^3 - 2\left(\frac{x}{l}\right)^2 + \left(\frac{x}{l}\right)\right) = 0$$

d. h.

$$\left(\frac{x}{l}\right)^3 - 2\left(\frac{x}{l}\right)^2 + \frac{7}{15} = 0$$

Aus dieser Gleichung erhält man $\overline{a_2' c} = 0{,}571\, l$; denn

$$(0{,}571)^3 = 0{,}186\,169\,411$$

$$\frac{7}{15} = 0{,}466\,666\,667$$

Gibt zusammen 0,652 836 078.

Ferner ist

$(0{,}571)^2 = 0{,}326\,041$, also $2 \,.\, 0{,}326\,041 = 0{,}652\,082$

Der Fehler beträgt demnach nur: 0,000 454.

Wenn man also den Bogen von dem einen Auflager an auf die Strecke 0,571 der Spannweite, oder von dem anderen Auflager an auf die Strecke 1 — 0,571 = 0,429 der Spannweite belastet, so wird das Maximalbiegungsmoment erzeugt, falls die Belastung gleichmässig verteilt ist. Bei beweglicher Belastung wird man selbstverständlich auch die Strecken 0,571 und 0,429 benutzen und sich dann der Formeln

$$M_l = P \,.\, z' \text{ und } M_r = P \,.\, z''$$

bedienen.

Wir schreiben noch

$$M_r = P \,.\, l \,.\left(-\frac{15}{32}\left(\frac{x}{l}\right)^4 + \frac{15}{16}\cdot\left(\frac{x}{l}\right)^3 - \frac{7}{32}\left(\frac{x}{l}\right)\right)$$

und haben für eine gleichmässig verteilte Belastung das Maximalbiegungsmoment mit g für die Längeneinheit

$$M_{max} = g\, l \int_0^{0{,}571\, l}\left(-\frac{15}{32}\left(\frac{x}{l}\right)^4 + \frac{15}{16}\left(\frac{x}{l}\right)^3 - \frac{7}{32}\left(\frac{x}{l}\right)\right) l\, x$$

$$= g\, l^2 \,.\left(-\frac{3}{32}\cdot\left(\frac{x}{l}\right)^5 + \frac{15}{64}\cdot\left(\frac{x}{l}\right)^4 - \frac{7}{64}\left(\frac{x}{l}\right)^2\right)$$

für $x = 0{,}571\, l$

Aus dieser Gleichung folgt ohne Rücksicht auf das Vorzeichen

$$M_{max} = 0{,}0165 \,.\, g \,.\, l^2$$

wie schon *Melan* gefunden hatte. In der Praxis nimmt man unrichtiger Weise dafür $0{,}0156 \,.\, g \,.\, l^2$, weil vorausgesetzt ist, dass es eintritt, wenn die Hälfte des Bogens belastet ist.

III.

Es möge C der Schwerpunkt eines beliebigen Querschnitts des Bogens in Fig. 9 sein. Man verbinde ihn mit dem Mittelpunkt O desselben und nenne a den Winkel, welcher diese Verbindungslinie mit $M\,O$ bildet. Im Querschnitt wirkt ausser dem Biegungsmomente die Querkraft A und die Horizontalkraft X. Man zerlege beide Kräfte in Seitenkräfte normal und in Richtung zum Querschnitt. Den Einfluss dieser Seitenkräfte vernachlässigen wir als zu unbedeutend. Jene Seitenkräfte ergeben nun die Normalkraft

$A \,.\, sin\ a + X \,.\, cos\ a$

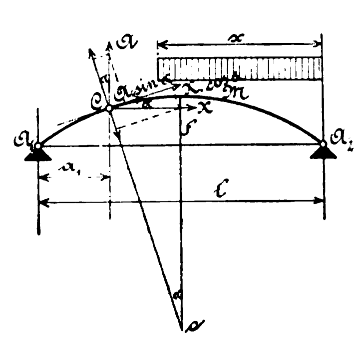


Fig. 9.

Da nun a sehr klein ist, so setze man

$$sin\ a = 0 \text{ und } cos\ a = 1$$

und hat einfach X als Normalkraft aufzufassen. Wir nennen weiter $M\,O$ das Biegungsmoment dieses Querschnittes vom Inhalte F und dem Widerstandsmomente W, so hat man für die Beanspruchung in den äussersten Faserschichten die Formel

$$k = \pm \frac{M}{W} \cdot + \frac{X}{F}$$

Befinden sich nun auf dem Gewölbe die Lasten P_1, P_2, P_3 .... und sind deren Ordinaten in der Einflussfläche für die Horizontalkraft der Reihe nach z_1, z_2, z_3 ..., so ist

$$X = \frac{1}{f}\,(P_1 \,.\, z_1 + P_2 \,.\, z_2 + P_3 \,.\, z_3 \ldots) = \frac{\Sigma\, Pz}{f}$$

zu setzen und es sind *sämtliche Ordinaten von gleichem Vorzeichen.* Ferner nennen wir z_1', z_2', z_3' die Ordinaten in der Einflusslinie für das Biegungsmoment, so hat man

$$M_0 = P_1 \,.\, z_1' + P_2\, z_2' + P_3\, z_3' + \ldots = \Sigma\, Pz'$$

wobei die Ordinaten *von verschiedenen Vorzeichen sein können.* Wir erhalten deswegen

$$K = + \frac{\Sigma\, P \,.\, z'}{W} + \frac{\Sigma\, Pz}{F \,.\, f}$$

Soll nun der Höchstwert von k ermittelt werden, so wird man bewegliche Lasten stets so stellen, dass die meisten Ordinaten z' von gleichem Vorzeichen sind. Da der Bogen überall denselben Querschnitt haben soll, so wird diese Gleichung für verschiedene Querschnitte angewandt werden müssen, bis man denjenigen gefunden hat, für welchen der Höchstwert von k den grössten Wert hat. Dieser Querschnitt kann dann als gefährlicher bezeichnet werden und sein Biegungsmoment und seine Querkraft sind zur Dimensionierung massgebend. Wie hierbei die Lasten zu stellen sind, ist bekannt, so dass wir darauf nicht einzugehen brauchen. Betrachten wir die Figuren 2 bis 8, so sehen wir, dass der gefährliche Querschnitt in der Nähe desjenigen liegen wird, welcher 0,25 der Spannweite von dem einen oder dem anderen Auflager entfernt liegt, so dass ein Auffinden desselben sehr rasch geschehen kann, was die statische Berechnung des Bogens wesentlich vereinfacht.

Es bleibt uns nunmehr nur übrig, den Fall zu erledigen, wenn der Bogen gleichmässig mit g für die Längeneinheit beansprucht ist.

Wir setzen hierbei einen rechteckigen Querschnitt von der Höhe h und der Breite b voraus, so ist

$$F = b \,.\, h \text{ und } W = \frac{b\, h^2}{6}$$

Man hat dann

$$K = \frac{1}{b\, h^2} \cdot (X \,.\, h \pm 6 \,.\, M_0)$$

Zunächst ist klar, dass der gefährliche Querschnitt entweder 0,25 oder 0,75 der Spannweite Abstand von dem

einen oder dem anderen Auflager hat. Wir ziehen denjenigen in Betrachtung, welcher 0,25 der Spannweite zum Abstand von A_1 hat und belasten das Gewölbe links von A_2 an. Zur Ermittlung der Druckspannung ist in letzter Formel das negative Vorzeichen zu nehmen, weil die Ordinaten zwischen c und a_2' negativ sind. Man erkennt nun, dass die Belastung zwischen a_1' und c endigen wird, und der Endpunkt wird sehr nahe an c liegen müssen; wir bezeichnen seinen Abstand vom rechten Auflager mit x, so ist

$$X = \frac{5}{8}\, g \cdot \frac{l}{f} \cdot \int_0^x \left(\left(\frac{x}{l}\right)^4 - 2 \left(\frac{x}{l}\right)^3 + \left(\frac{x}{l}\right) \right) . \, dx$$

Rechnet man das Integral aus, so entsteht

$$X = \frac{g \,.\, l^2}{16 f} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^2 \cdot \left| 2 \left(\frac{x}{l}\right)^3 - 5 \,.\, \left(\frac{x}{l}\right)^2 + 5 \right|$$

Weiter ist

$$M_0 = g \,.\, l \,.\, \int_0^x \left(- \frac{15}{32} \left(\frac{x}{l}\right)^4 + \frac{15}{16} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^3 - \frac{7}{32} \cdot \left(\frac{x}{l}\right) \right) . \, dx$$

$$= g \,.\, l^2 \,.\, \left(- \frac{3}{32} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^5 + \frac{15}{64} \left(\frac{x}{l}\right)^4 - \frac{7}{64} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^2 \right)$$

$$= \frac{g \,.\, l^2}{64} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^2 \cdot \left(- 6 \left(\frac{x}{l}\right)^3 + 15 \left(\frac{x}{l}\right)^2 - 7 \right)$$

Es ergibt sich daher zur Bestimmung der grössten Druckspannung die Formel

$$k = \frac{g \,.\, l^2}{16 \,.\, b \,.\, h^2} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^2 \cdot \left| \frac{h}{f} \cdot \left[2 \left(\frac{x}{l}\right)^3 - 5 \left(\frac{x}{l}\right)^2 + 5 \right] - \frac{1}{4} \cdot \left(- 6 \left(\frac{x}{l}\right)^3 + 15 \left(\frac{x}{l}\right)^2 - 7 \right) \right|$$

und es muss

$$x > 0{,}571 \,.\, l$$

sein.

Dann ist das Gewölbe rechts von A_1 an zu belasten und die Last endigt zwischen c und a_2'. Man hat dann mit Rücksicht darauf, dass die Einflussflächenteile oberhalb und unterhalb der Grundlinie in Fig. 8 einander gleich sind, die Formel

$$k = \frac{g \,.\, l^2}{16 \,.\, b \,.\, h^2} \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^2 \cdot \left| \frac{h}{f} \cdot \left[2 \left(\frac{x}{l}\right)^3 - 5 \left(\frac{x}{l}\right)^2 + 5 \right] + \frac{1}{4} \cdot \left(- 6 \left(\frac{x}{l}\right)^3 + 15 \left(\frac{x}{l}\right)^3 - 7 \right) \right|$$

und hier muss

$$x < 0{,}571\, l$$

sein.

Die Bestimmung von x hat nach der Theorie dem Maxima und Minima zu geschehen, erst dann kann k angegeben werden. Wie man sieht, ist k von dem Quotienten $\frac{h}{f}$ abhängig, also kann man dafür keine allgemeine Formel angeben. Am vorteilhaftesten wird es sein, Tabellen anzufertigen. Man bestimmt für verschiedene Werte von $\frac{h}{f}$ den Ausdruck

$$\varphi = \left(\frac{x}{l}\right)^2 \cdot \left| \frac{h}{f} \cdot \left[2 \left(\frac{x}{l}\right)^3 - 5 \left(\frac{x}{l}\right)^2 + 5 \right] - \frac{1}{4} \cdot \left(- 6 \,.\, \left(\frac{x}{l}\right)^3 + 15 \left(\frac{x}{l}\right)^2 - 7 \right) \right|$$

oder

$$\varphi = \left(\frac{x}{l}\right)^2 \cdot \left| \frac{h}{f} \cdot \left[2 \left(\frac{x}{l}\right)^3 - 5 \left(\frac{x}{l}\right)^2 + 5 \right] + \frac{1}{4} \cdot \left(- 6 \left(\frac{x}{l}\right)^3 + 15 \left(\frac{x}{l}\right)^2 - 7 \right) \right|$$

sodass er ein Maximum ist, und hat

$$k = \frac{g \,.\, l^2}{16 \,.\, b\, h^2} \cdot \varphi$$

Gewöhnlich ist k gegeben, und g, l und b sind bekannt, sodass man eine Beziehung zwischen φ und h^2 erhält, mit der man unter Berücksichtigung der Tabelle leicht h ermitteln kann. Die beiden Formeln können auch zur Bestimmung der grössten Zugspannung angewendet werden, doch wird man hierzu noch die anderen Figuren benutzen müssen und entsprechende Formeln ableiten. Man wird finden, dass bei den ausgeführten Gewölben, wenn sich darauf Einzellasten oder teilweise gleichmässige Belastung befindet, *Zugspannungen unvermeidlich sind*; denn andernfalls müsste h bedeutend grösser als f sein. *Es ergibt sich aber die Zugspannung sehr klein*, sodass von der Behörde eine bestimmte Grenze für die Zugspannung festgesetzt werden müsste. Die übliche Methode mittels Minimaldrucklinie, welche lehrt, dass Zugspannungen unmöglich sind, wenn diese Drucklinie innerhalb des Kerns fällt, ist nicht richtig; denn sie setzt starres und nicht elastisches Material voraus; der Polabstand wird ja dabei rein graphostatisch ohne Rücksicht auf die Elastizität des Materials bestimmt. In einem späteren Aufsatz soll auf die Zugspannungen im Gewölbe näher eingegangen werden.

Elektro-pneumatische Stellwerksanlagen, Bauart Westinghouse.

Mitgeteilt vom Regierungs-Baumeister **Hans Martens**.

(Schluss von S. 550 d. Bd.)

Das Stations-Freigabewerk enthält die einzelnen Freigabehebel, die, in der Ruhelage senkrecht stehend, nach 2 Seiten umgelegt werden können, sodass also mit jedem Hebel 2 sich gegenseitig ausschliessende Signale freigegeben werden können. Die Freigabehebel können ebenfalls, wie früher mitgeteilt, zur Festhaltung und Entriegelung der Fahrstrasse, nachdem der Zug sie verlassen hat, benützt werden. Durch Farbschilder wird die jeweilige Lage der Hebel noch besonders gekennzeichnet. Die konstruktive Ausführung ist in Fig. 5 dargestellt. Der durch den Hebel c bewegte horizontale Schieber e trägt ein Kontaktstück f, das bei jeder Umlegerichtung des Hebels je 2 Kontakte schliesst, wodurch einerseits der zur Freigabe des Fahrstrassenhebels im Stellwerk dienende Stromkreis geschlossen und andrerseits eine leitende Verbindung zur Führung des Betriebsstroms, der zum Stellen des Signals auf Fahrt dient, hergestellt wird. Der Elektromagnet k hält den Schieber e durch seinen Anker bei Ruhelage des Hebels fest. Für gewöhnlich ist der Freigabehebel beweglich, da der Magnet Strom führt und seinen Anker angezogen hat. Nur wenn der Freigabehebel nach Durchfahrt des Zuges zurückgelegt worden ist, bleibt er in der Haltlage solange gesperrt, bis im Stellwerk die Fahrstrasse aufgelöst worden ist, d. h. bis dort der Fahrstrassenhebel in die Ruhelage gelegt ist. Eine Sperrung tritt ferner auch durch Stromloswerden von k ein, wenn ein feindlicher Freigabehebel vorher umgelegt worden ist. Unterhalb des Schiebers e ist noch ein zweiter Elektromagnet l eingebaut, der den elektrischen Ausschluss zwischen mehreren feindlichen Freigabehebeln herzustellen und zu erhalten hat, solange die hergestellten Fahrstrassen nicht wieder aufgelöst sind. Im Regelzustande ist Magnet l stromlos, wird aber erregt, nachdem der Hebel umgelegt ist; dadurch wird durch seinen Anker bei n Kontakt hergestellt, der alle die Stromkreise unterbricht, die durch die Elektro-

magnete k der feindlichen Freigabehebel führen. Folgedessen fallen deren Anker ab und sperren die zugehörigen Freigabehebel.

In Fig. 6a u. b ist der Antrieb einer Weiche nebst allen Nebenvorrichtungen dargestellt. Der Arbeitszylinder b ist auf einem doppelten Flacheisenfundament gelagert, das einerseits mit der Bockschwelle, andrerseits mit einem starken eisernen Schutzkasten verbunden ist, dessen eine Hälfte sich nach unten erweitert und zugleich dem Fundament als Erdfuss dient. Die Kolbenstange des Arbeitskolbens wirkt auf den Winkelhebel c, der die Bewegung auf die Weichenzungen überträgt. Die Weiche ist in der Grundstellung gezeichnet. Wird der Weichenstellhebel im Stellwerk umgelegt, so bewegt sich die Kolbenstange in der angezeichneten Pfeilrichtung und die Weiche wird umgelegt. Der Zungenanschlag wird durch ein an der Weichenplatte befestigtes Anschlagstück begrenzt. Die Pressluft wirkt aber auch noch dann auf den Arbeitskolben, wenn die abliegende Zunge den Anschlag bereits erreicht hat, wodurch der Verschlusshaken der anliegenden Zunge mit grosser Kraft festgehalten wird. Von den Zungenspitzen wird durch die Stangen f mit Gelenk h der Rückmeldeschalter g betätigt: Bei Beginn jeder Umstellbewegung wird ein Kontakt geöffnet, während ein andrer nur dann geschlossen wird, wenn beide Zungen ihre ordnungsgemässe Endlage erreicht haben. Die Zuführung der Druckluft erfolgt durch einen kleinen Schlauch vom Luftbehälter her. Das Weichensignal wird von dem nach rückwärts verlängerten Schieber des Rückmeldeschalters angetrieben. Soll die Handbedienung zunächst noch beibehalten werden, so wird der Stellhebel an den Winkelhebel c angeschlossen. Der Rückmeldeschalter kann aber bei Handbedienung auch in Tätigkeit bleiben, sodass der Stellwerkswärter immer von der Lage der Weiche Kenntnis erhält. Wird die Weiche aufgeschnitten, so wird die Pressluft vom Arbeitskolben in die Leitung zurückgedrückt, bis sie nach Durchfahrt des Fahrzeuges die Weiche in ihre ursprüngliche Lage zurückdrückt.

In Fig. 7 ist der Arbeitszylinder nebst Steuerung in grösserem Masstabe dargestellt. Der Arbeitskolben hat doppelte Lederstulpdichtung, die Stopfbüchse hat ebenfalls Lederdichtung; bei beiden Dichtungen ist eine Feder zur Erhaltung gleichmässiger Dichthaltung angeordnet. Die Steuerung besteht aus zwei kleinen Nebenzylindern k_1 u. k_2 nebst Schieber c. Die beiden Zylinder werden von 2 Elektromagneten e_1 u. e_2 beeinflusst. In der Zeichnung steht die Steuerung so, dass Pressluft aus der Rohrleitung durch den Kanal h_1 vor den Arbeitskolben treten kann; dieser Zustand trat dadurch ein, dass beim Umstellen der Weiche im Stellwerk der Elektromagnet e_1 Strom erhielt und seinen Anker f verschoben hatte. Das obere Ende dieses Ankers f berührt die Spitze eines Stiftes g, der unter Wirkung einer Spiralfeder den Zutritt der Pressluft zu dem Kolben k_1 verhindert. Durch Anheben des Ankers f wurde der auf g lastende Federdruck überwunden, sodass die Pressluft den Nebenkolben k_1 nach links verschieben konnte. Dadurch wurde Schieber c und Nebenkolben k_2 auch nach links verschoben, sodass nunmehr durch den Schieber eine Verbindung zwischen der Pressluftzuleitung und dem Kanal h_1 hergestellt wurde, durch den die Luft nun hinter den Arbeitskolben gelangt und diesen vorstösst, der nun nach Erreichen der andern Endlage solange unter dem Drucke der Pressluft bleibt, bis der Weichenstellhebel im Stellwerk wieder umgelegt wird; tritt dies ein, dann wird Elektromagnet e_1 stromlos, dagegen kommt Elektromagnet e_2 so zur Wirkung, wie es von Magnet e_1 eben beschrieben worden ist: Kolben k_2 geht nach

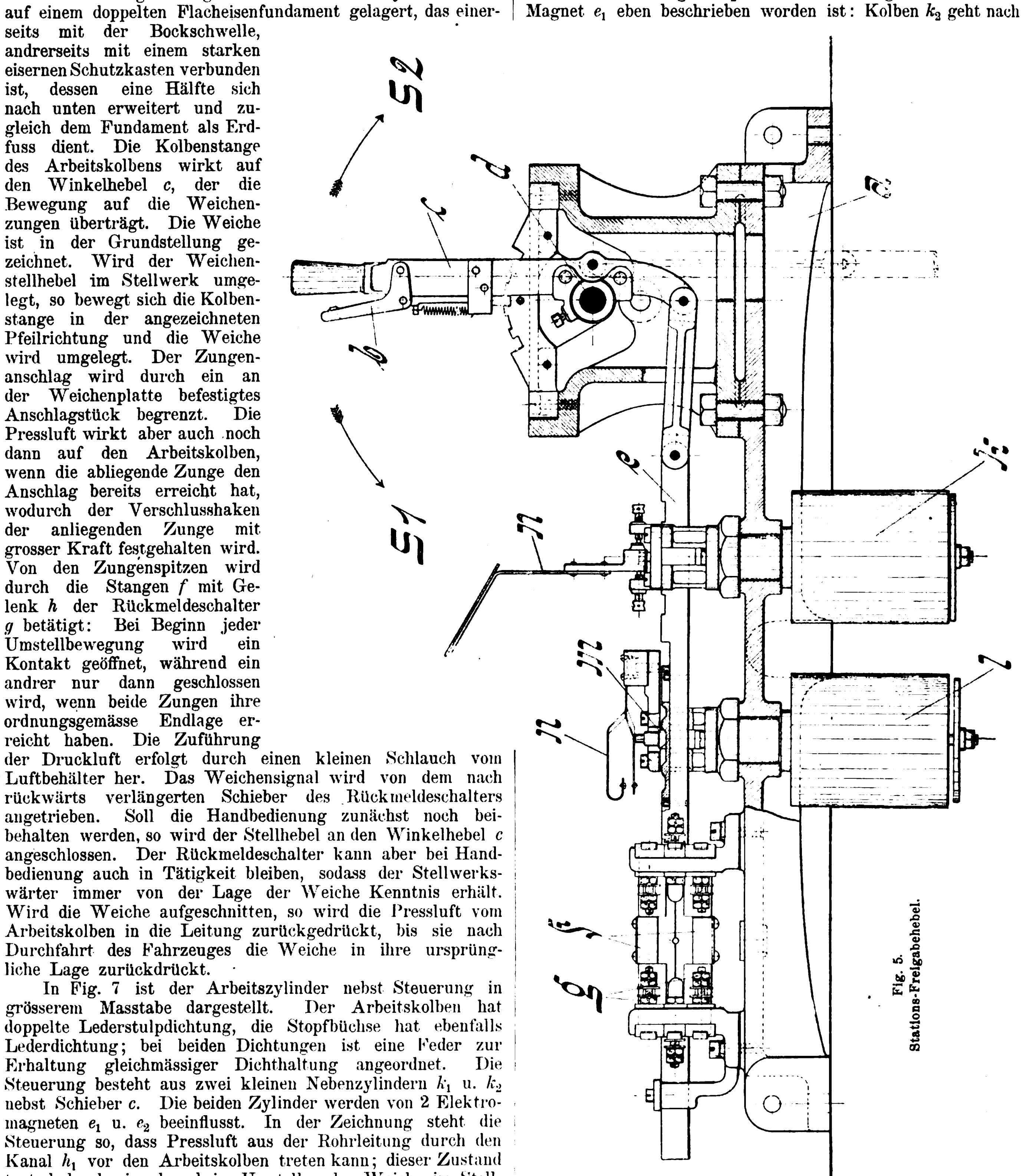


Fig. 5. Stations-Freigabehebel.

rechts, wobei Kolben k_1 und der Schieber c mitgehen. Dadurch gelangt die vor dem Nebenkolben k_1 vorhandene Luft ins Freie durch einen Ausweg, der vorher bei hoch gehobenem Anker durch seine konisch geformte Spitze verschlossen gehalten worden ist. Ferner strömt durch die Oeffnung i die Luft aus dem Kanal h_1 und damit aus dem Arbeitszylinder ins Freie, während gleichzeitig durch Kanal h_2 die Pressluft vor die andre Seite des Arbeitskolbens tritt,

ihn zurückdrückt und damit die Weiche umstellt und in dieser Lage dauernd festhält, bis die nächste Umstellung erfolgt.

Der Rückmeldeschalter besteht aus dem mit den Weichenzungen verschiebbaren Schieber *b*, der ein Kontaktstück *c* trägt, welches mit der nach dem Stellwerk führenden Rückleitung verbunden ist. Die Schleiffedern d_1 und d_2 kommen mit dem Kontaktstück *c* in leitende Verbindung, je nach der Stellung der Weiche. Die Federn sind mit der Rückmeldeeinrichtung im Stellwerk verbunden und geben dort die Lage der Weiche sichtbar zu erkennen, sobald beide Zungen ihre richtige Endlage eingenommen haben.

Die Druckluftantriebe für die Signale sind am unteren Ende des Signalmastes befestigt. Die Arbeitszylinder stehen senkrecht, die Arbeitskolben bewegen sich beim Stellen des Signals auf freie Fahrt nach unten. Für jeden Flügel ist ein besonderer Antrieb angeordnet, der mit ihm durch ein Gasrohrgestänge verbunden ist. Die Zuleitung der Pressluft zu dem Arbeitszylinder erfolgt von dem nahe dem Signal aufgestellten Luftbehälter durch ein Gasrohr. Die Rückmeldekontakte befinden sich unmittelbar an den Flügeln, sodass die Kabelleitungen im Innern des Mastes hochgeführt werden. In Fig. 8 ist der Antrieb dargestellt; die Steuerung ist bedeutend einfacher als beim Weichenantrieb, weil der Arbeitskolben nur von einer Seite beim Stellen des Signals unter Pressluft gesetzt wird. Beim Umstellen des Signalhebels im Stellwerk erhält der Elektromagnet *e* Strom, zieht seinen Anker an, der mittels Stift *g* der Pressluft den Eintritt durch den Kanal *d* zum Arbeitszylinder gestattet, während gleichzeitig die Oeffnung *l* durch die Ankerspindel verschlossen wird; das Signal wird auf Fahrt gestellt. Gleichzeitig mit dem Arbeitskolben wird die Schieberstange *h* bewegt, welche den auf ihr befestigten Kontakt i_1 mit der isolierten Feder *k* in Berührung bringt, wodurch ein Stromkreis geschlossen wird, der im Stellwerk die Fahrstellung des Signals anzeigt. Bei Haltstellung geht dieser Meldestromkreis über *i* — wie gezeichnet — und zeigt die Haltstellung im Stellwerk an. Die Schaltung der Rückmeldeleitungen ist so ausgeführt, dass bei Mehrflüglern erst die Meldung eintritt, wenn sämtliche Flügel die jeweilige, beabsichtigte Endlage eingenommen haben. Bei Zurückgehen in die Haltstellung wird der Magnet stromlos, die Arbeitsluft strömt durch *l* ins Freie, die Verbindung mit der Leitung wird abgeschlossen und die Flügel fallen vermöge ihres eigenen Gewichts in die Haltstellung zurück, wobei der Arbeitskolben in die gezeichnete Lage zurückgedrückt wird.

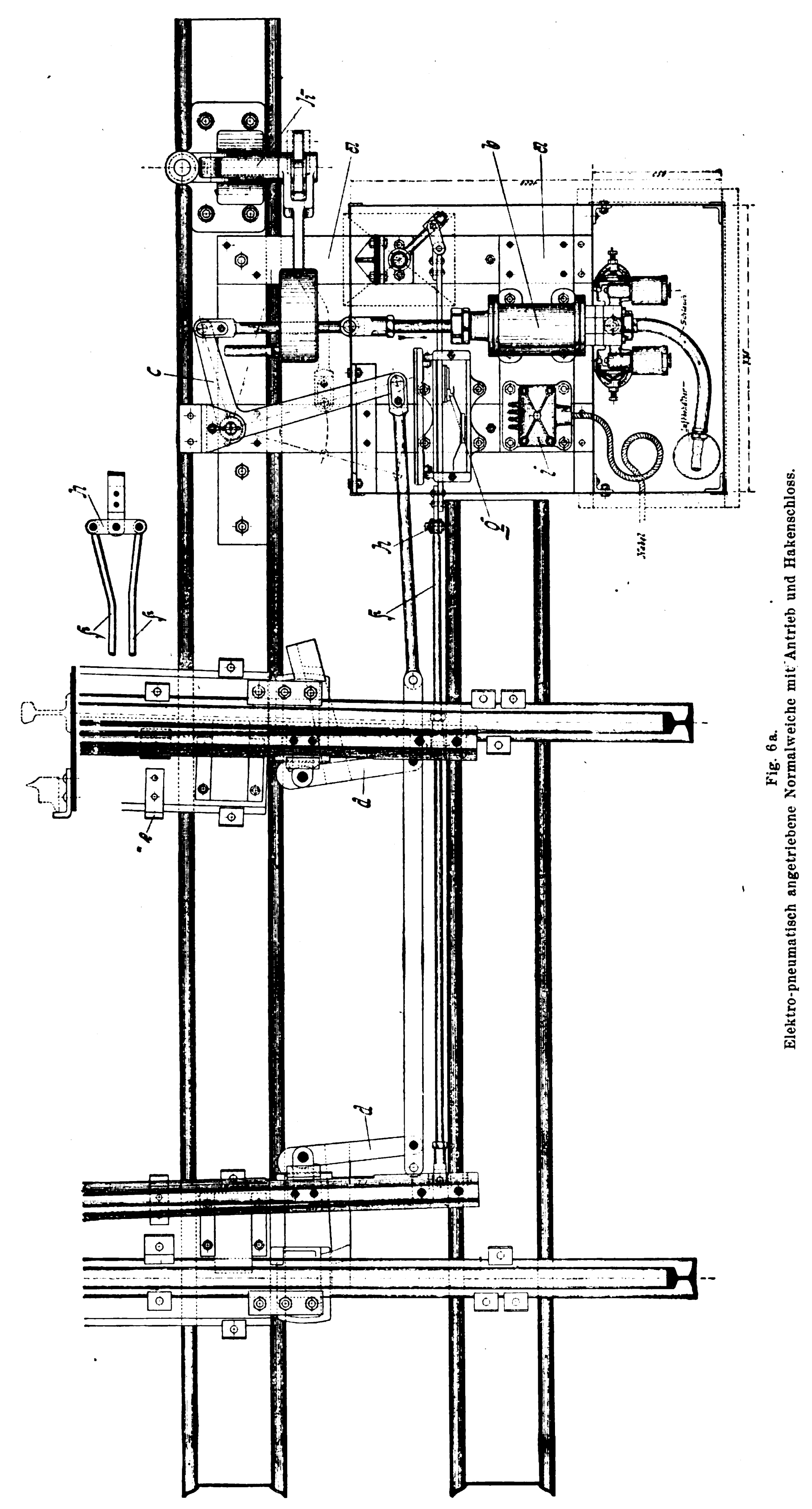


Fig. 6a.
Elektro-pneumatisch angetriebene Normalweiche mit Antrieb und Hakenschloss.

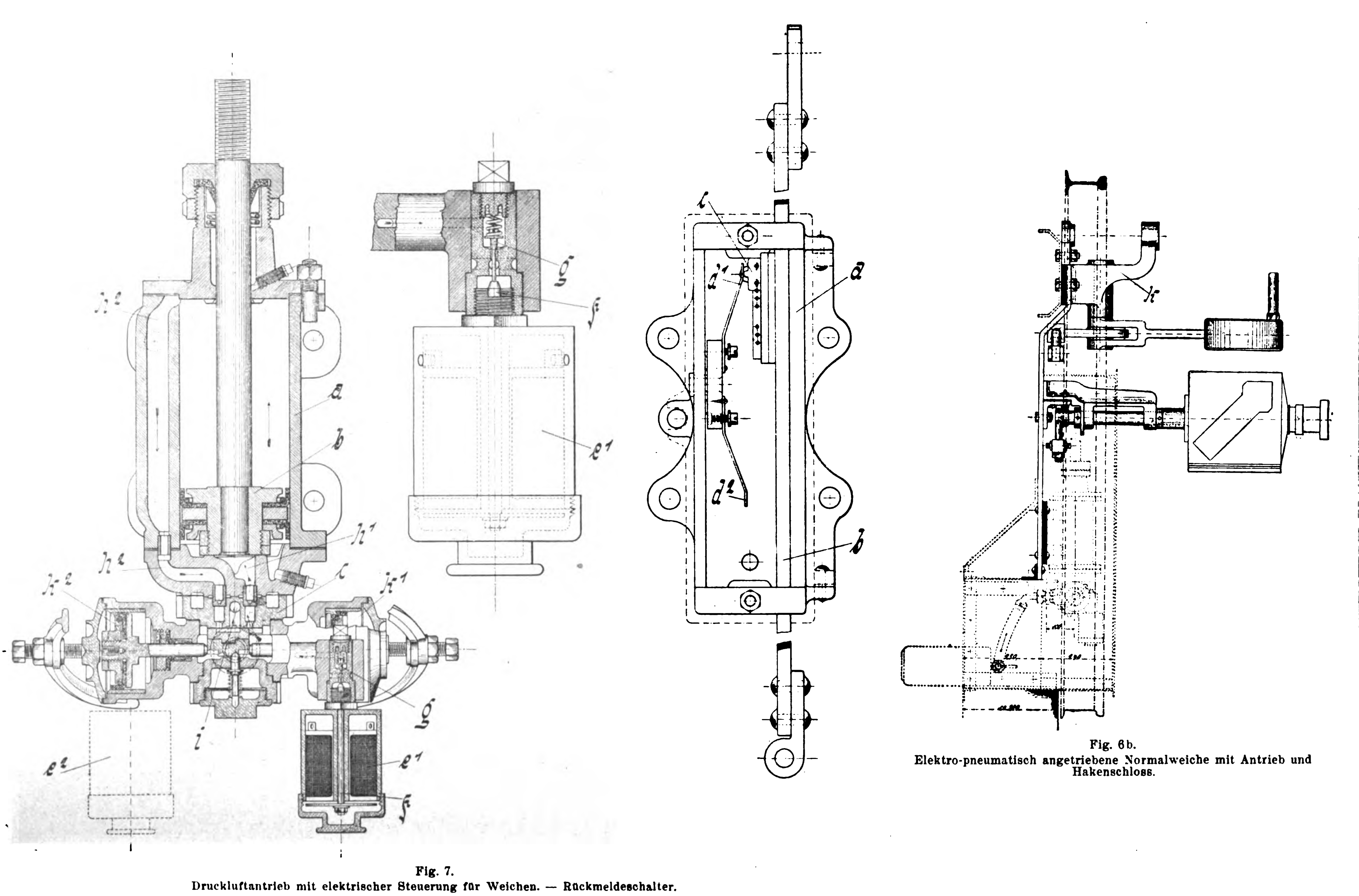


Fig. 6b.
Elektro-pneumatisch angetriebene Normalweiche mit Antrieb und Hakenschloss.

Fig. 7.
Druckluftantrieb mit elektrischer Steuerung für Weichen. — Rückmeldeschalter.

Der Antrieb des Vorsignals ist der gleiche wie der des Hauptsignals.

Das Stationsfreigabewerk ist mit dem Stellwerk, das Stellwerk mit den Weichen- und Signalantrieben durch die elektrischen Leitungen so geschaltet, dass die beschriebene Wirkungsweise der einzelnen Teile der gesamten Anlage eintritt. Die einzelnen Stromläufe an Hand von schematischen Schaltungsskizzen zu verfolgen, kann nicht im Rahmen dieser Darstellung liegen und unterbleibt deshalb, um so mehr, als Neues dadurch nicht geboten wird. Fig. 9a, 9b u. 10 geben eine Gesamtansicht des Stellwerks und des Stationsfreigabewerks.

3. Mehrere Weichen können mit Sicherheit von einem Stellhebel bedient werden.

4. Der ordnungsgemässe Zustand, sowie Betriebsstörungen der Weichen und Signale werden im Stellwerk angezeigt.

5. Die räumlichen Abmessungen der Stellhebel nebst Zubehör im Stellwerk sind kleiner als beim mechanischen Stellwerk.

6. Die Bedienung des Stellwerks ist ohne erhebliche körperliche Anstrengung möglich.

7. Die Stellwerke können ohne Rücksicht auf die Leitungen erbaut werden, während bei mechanischen Stell-

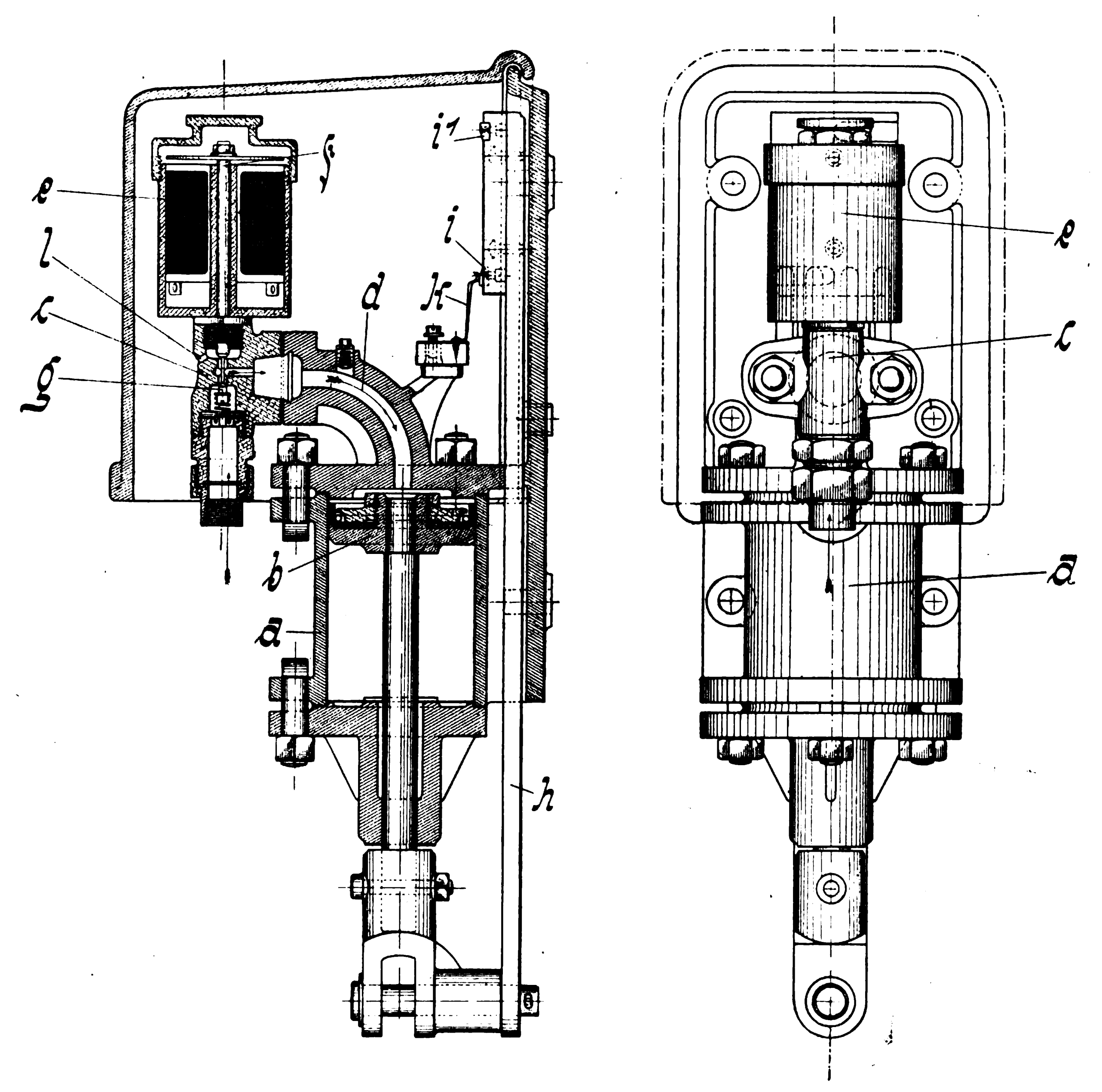


Fig. 8. Druckluftantrieb mit elektrischer Steuerung für Signale.

So vielteilig die Anlage mit ihren einzelnen Apparaten auch erscheinen mag, so bietet sie doch gegenüber den mechanischen und rein elektrischen Stellwerken mancherlei Vorzüge, deren wesentlichste im folgenden zusammengestellt sind.

Den mechanischen Stellwerken ist dies elektropneumatische System in folgenden Punkten überlegen:

1. Die Gestängeleitungen zu den Weichen und Signalen fallen fort und damit alle mit ihnen verknüpften Beschwerlichkeiten, wie Wartung, Längenausgleich, Anordnung.

2. Die Weichen und Signale können in beliebiger Entfernung vom Stellwerk aufgestellt werden, ohne im Betrieb Schwierigkeiten zu bereiten.

werken auf die günstige Führung von Drähten oder Gestängen Rücksicht zu nehmen ist.

Im Vergleich zum rein elektrischen Stellwerk sind folgende Vorteile anzuführen:

1. Druckluft ist als Arbeitsträger zuverlässiger als Elektrizität und wird durch Witterungs- und andere äussere Einwirkungen weniger beeinflusst.

2. Während das vorliegende System nur Strom von 15 Volt Spannung verwendet, wird das rein elektrische Stellwerk mit Strom von 110 Volt Spannung betrieben, der viel leichter schwer zu erkennenden Störungen aller Art ausgesetzt ist als der niedrig gespannte. Undichtigkeiten beim

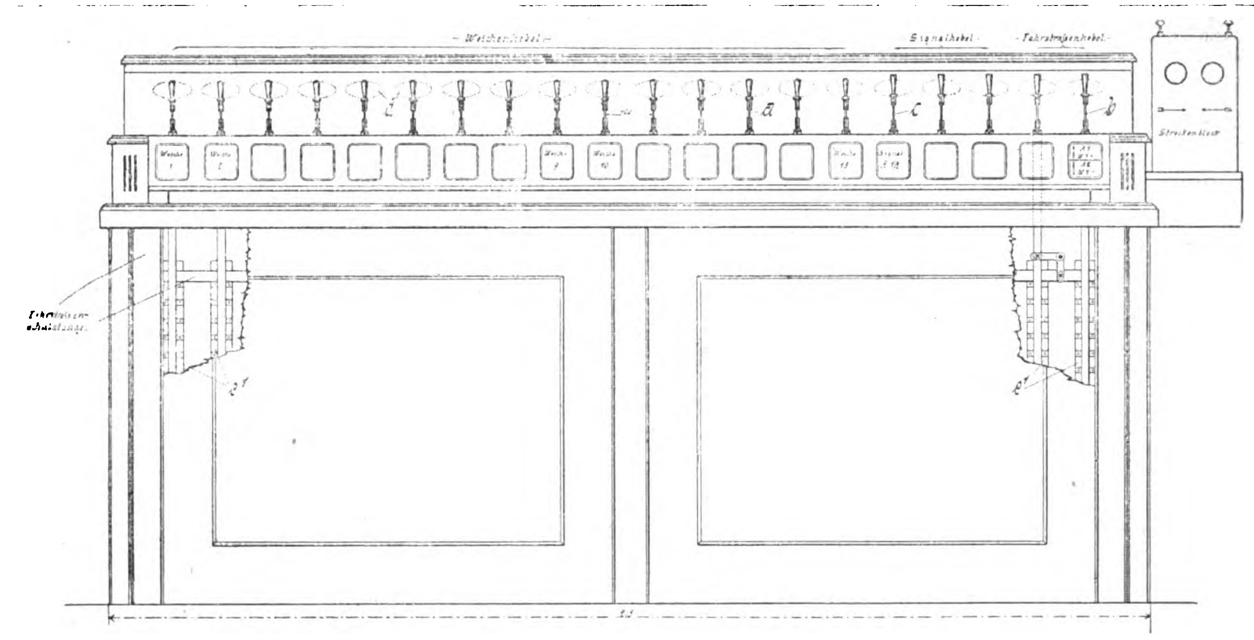


Fig. 9a.
Elektrisch gesteuertes Weichen- und Signal-Stellwerk.

Fig. 10.
Elektrisch betriebenes Stations-Freigabewerk.

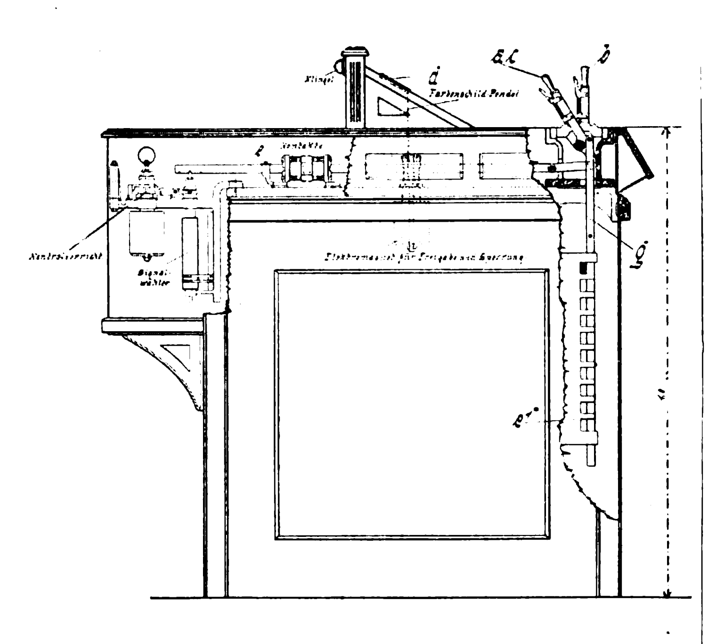


Fig. 9b.
Elektrisch gesteuertes Weichen- und Signal-Stellwerk.

Druckluftbetrieb machen sich durch das Geräusch der ausströmenden Luft bemerkbar.

3. Die pneumatischen Antriebe sind konstruktiv einfacher als die elektrischen; die Arbeitsbewegung der ersteren ist die naturgemässe, die geradlinige, während bei den letzteren erst die drehende in eine grade umgesetzt werden muss.

4. Es ist als besonders günstiger Umstand anzusehen, dass die Arbeitskolben der Weichenantriebe stets unter Druck nach einer Seite stehen, sodass ein sicheres, festes Anliegen der Zungen an den Mutterschienen gewährleistet erscheint.

Bisher sind meines Wissens Stellwerksanlagen nach diesem Systeme in Deutschland noch nicht gebaut worden, sodass Erfahrungen aus dem Betriebe noch nicht vorliegen. Jedoch ist auf Bahnhof Kottbus eine derartige Anlage im Entstehen, um an ihr die Brauchbarkeit der Konstruktionen und des Systems zu prüfen. Die Veranlassung zur probeweisen Einführung des Systems mag die Versuchsanlage im Werkhofe der Firma *C. Stahmer* in Georgmarienhütte gegeben haben, die seit Dezember 1900 in Betrieb ist und bisher zur Zufriedenheit gearbeitet hat, trotzdem absichtlich keine besondere Wartung stattgefunden hat. Diese Anlage ist von zahlreichen Eisenbahntechnikern deutscher Eisenbahnverwaltungen besichtigt und allgemein günstig beurteilt worden.

Mitteilungen über die „Pariser Metropolitanbahn".

(Fortsetzung von S. 557 d. Bd.)

III. Die Anlage der Linie No. 3 (Boulevard de Courcelles-Mènilmontant).

Eine vom Park Monceau ausgehende, über den Boulevard de Courcelles bis zum Place de Gambetta führende Linie war nach dem ursprünglichen Programm der Pariser Stadtbahn als Nummer 3 unter denjenigen Strecken aufgenommen, zu deren Erbauung sich die Munizipalität bereits bei der Konzessionsbewerbung ausdrücklich verpflichtet hatte. Diese Linie gehört nun auch zu denjenigen, welche der Konzession gemäss innerhalb acht Jahren, d. i. bis zum 30. März 1906 dem Verkehr übergeben sein müssen, deren Entwürfe daher längst fertiggestellt und genehmigt sind und sich bereits in voller Bauausführung befinden. Der Verlauf dieser ehemaligen Linie No. 3, welche infolge der vom Pariser Munizipalrat am 14. Juni 1901 beschlossenen, hier wiederholt besprochenen Abänderungen des Liniennetzes (vergl. D. p. J. 1901, **316**, 752) nunmehr an die vierte Stelle gerückt ist, lässt der in Fig. 40 dargestellte Lageplan ersehen.

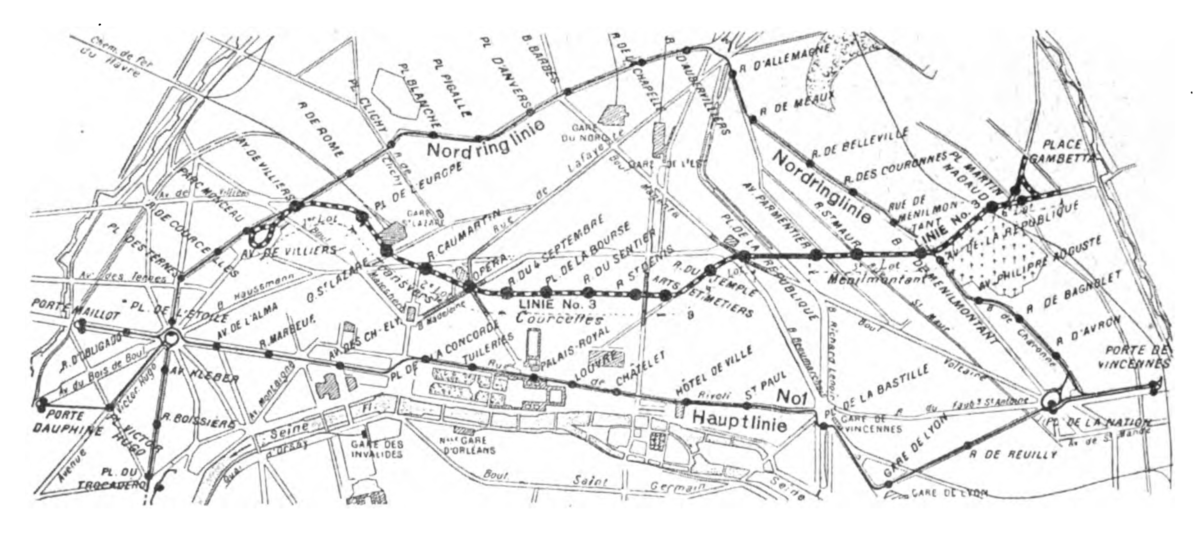


Fig. 40.
Lageplan der Linie No. 3 (Boulevard de Courcelles-Mènilmontant).

Sie nimmt ihren Ausgang unter dem Park Monceau als Kehrschleife, die bis zur Kreuzung des Boulevard de Courcelles mit der Avenue de Villiers, wo sich die erste Station befindet (vergl. Fig. 41), eine Länge von 1028,50 m besitzt. Von hier wendet sich die Linie unter der Rue de Constantinople und Rue de Rome dem Bahnhof St. Lazar (Französische Westbahn) zu, verfolgt eine kurze Strecke des Boulevards Haussmann und die ganze Rue Auber um den Place de l'Opéra zu erreichen und zu unterqueren; ihr weiterer Weg führt unter den Strassen Quatre September, Réaumur und Turbigo bis zum Place de la République und von hier ab der gleichnamigen Avenue entlang bis zum Place Gambetta, wo sich die Linie in zwei eingleisige Arme teilt, welche die aus zwei

getrennten Haltestellen — je eine für die ankommenden und abfahrenden Fahrgäste — bestehende Endstation (Fig. 55) aufnehmen. Hinter dieser Station sind die beiden Deltaarme noch beiläufig 350 m weitergeführt und durch ein ins Delta eingebautes Dienstgleis zu einer Umkehr ausgestaltet.

Die Länge des für den regelmässigen Verkehr der besetzten Züge ausgenützten Teils der in Betracht stehenden, durchaus unterirdisch verlaufenden Metropolitanbahnlinie No. 3 beträgt rund 7,5 km und wird voraussichtlich eine der verkehrsreichsten Stadtbahnstrecken werden, da sie die belebtesten Geschäftsviertel durchfährt und an fünf Punkten mit den anderen Linien des Netzes durch Umsteigstationen in Verbindung steht. Ihre schärfsten Krümmungen gehen nicht unter den gesetzlich erlaubten geringsten Halbmesser von 75 m herab, doch ist die Anzahl und Länge dieser schärfsten Bögen gegenüber der Gesamtlänge weit grösser, als auf der im Betriebe stehenden Linie No. 1 (Porte Maillot-Porte de Vincennes) und ebenso grösser als auf dem Nordring und auf dem Südring.

Die in ihrem Endstücke unterhalb des Parkes Monceau ziemlich flach verlaufende Linie steigt unterm Boulevard des Batignolles eine 140 m lange Rampe zu 40 a. T. empor, um in die Höhe des Nordringes zu gelangen und neben der Nordringstation Avenue de Villiers (Fig. 41) die gleichnamige Station zu bilden; von hier an liegt die Strecke bis zum

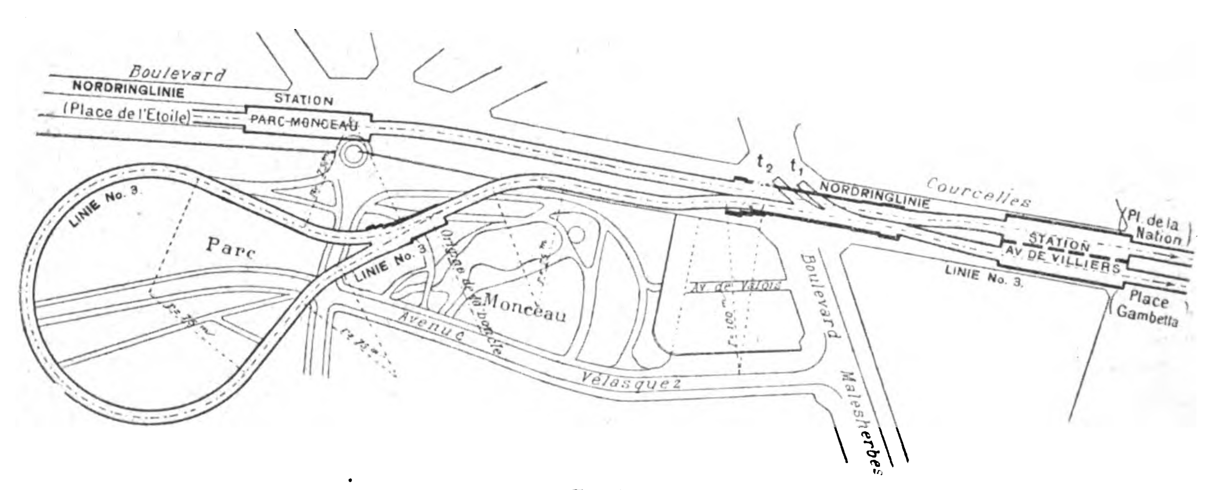


Fig. 41.
Lageplan der Kehrschleife unter dem Parke Monceau.

Bahnhof St. Lazare im Gefälle, um dann leicht ansteigend ohne Besonderheit bis zur Station Place de l'Opéra vorzudringen, wo sie im Kilometer 2,5050 über zwei andere Stadtbahnzweige, nämlich über die Linie No. 8 und No. 7 (vergl. Fig. 1, S. 754, Bd. **316**) hinwegsetzt. Im weiteren, sonst ebenfalls nichts Aussergewöhnliches bietenden Verlaufe unterfährt sie im Kilometer 7,6250 die Stadtbahnzweiglinie No. 4, dann im Kilometer 4,5875 die Stadtbahnzweiglinie No. 5 und im Kilometer 4,9450 den Kanal St. Martin. Von hier aus steigt dieselbe fast durchaus mit 40 a. T. wieder bis zum Boulevard de Ménilmontant, wo sie — immer unterirdisch — im Kilometer 6,2850 die Ménilmontantnordringlinie des Metropolitanbahnnetzes das zweite Mal und bald hinterher im Kilometer 6,8910 eine Linie der Pariser Gürtelbahn (Chemin de fer de Ceintüre) quer übersetzt.

Zusammengenommen erreichen die Strecken mit dem grössten erlaubten Gefälle von 40 a. T. eine Ausdehnung von 1845 m, d. i. ungefähr ein Fünftel der bei Einbeziehung beider Kehrschleifen 8932 m betragenden Gesamtlänge der Linie No. 3 oder ein Viertel der eigentlichen Nutzlinie für die besetzten Züge, welche nur eine Länge von 7485 m besitzt. In der Tat wird die Linie No. 3 nicht nur die meisten Anschlüsse bezw. Kreuzungen aufweisen, sondern auch diejenige sein, welche in anbetracht der dichten Stationsfolge, dann der vielen scharfen Krümmungen und der grossen Gefälle halber den schwierigsten Betrieb darbietet.

Im allgemeinen erfolgte die Bauausführung nach Art und Weise und genau nach den Mustern, welche auf den unterirdischen Strecken der früher hergestellten Linien Anwendung fanden; namentlich sind die Tunnelstrecken ohne Schild entweder nach den gewöhnlichen Methoden für Bergtunnels mittels gezimmerter Stollen oder an seichteren Stellen bei geöffneter Decke ausgeführt worden, mit Ausnahme der heberförmigen Unterfahrung des St. Martinkanals, wo mit dem *Mackensen*schen Schild vorgegangen wurde. Diese Unterfahrung hatte man übrigens bereits erbaut, bevor noch der Verlauf der übrigen Linie endgiltig festgesetzt war, und sie besitzt auch nach Form und Mauerstärken von den übrigen Tunnelanlagen der Metropolitanbahn gewisse Abweichungen, welche die Bekämpfung besonderer örtlicher Schwierigkeiten, nämlich an erster Stelle die Abhaltung des Wassers zur Aufgabe haben und späterhin des näheren betrachtet werden sollen.

Innerhalb der Linie No. 3 befinden sich nachstehende 17 Stationen:

Im km 0,208 die Umsteigestation Avenue de Villiers, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 0,841 die Zwischenstation Place de l'Europe, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 1,280 die Zwischenstation Gare de St. Lazare, unterirdisch, gedeckter Einschnitt.
Im km 1,636 die Zwischenstation Rue Caumartin, unterirdisch, gedeckter Einschnitt.
Im km 1,984 die doppelte Umsteigestation Place de l'Opéra, unterirdisch, gedeckter Einschnitt.
Im km 2,399 die Zwischenstation Rue du 4. September, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 2,759 die Zwischenstation Place de la Bourse, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 3,149 die Zwischenstation Rue du Sentier, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 3,546 die Umsteigestation Rue St. Denis, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 3,900 die Zwischenstation Ars et Metiers, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 4,231 die Zwischenstation Rue du Temple, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 4,563 die Umsteigestation Place de la République, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 5,274 die Zwischenstation Avenue Parmentier, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 5,691 die Zwischenstation Rue St. Maur, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 6,229 die Umsteigestation Boulevard de Ménilmontant, unterirdisch, gedeckter Einschnitt.
Im km 6,965 die Zwischenstation Place Martin Nadaud, unterirdisch, Tunnelbau.
Im km 7,195 die Endstation Place Gambetta, unterirdisch, Tunnelbau.

Die durchschnittliche Entfernung zwischen den aufeinanderfolgenden Stationen stellt sich also auf nur 466 m, während der mittlere Stationsabstand auf der Südringlinie 494 m, auf der Nordringlinie 508 m und auf der Hauptlinie No. 1 (Port Maillot—Porte de Vincennes) 625 m beträgt.

Sämtliche Stationen der Linie No. 3 sind nach den bisherigen Normalien mit 4,20 m breiten, 75 m langen Bahnsteigen ausgeführt. Hinsichtlich der Stationsausdehnung hatte allerdings die betriebsführende Gesellschaft zufolge der auf den älteren Linien gewonnenen Erfahrungen Vorstellungen erhoben und eine Verlängerung von 15 Meter beantragt, da für die Züge mit 8 Wagen die 75 m Bahnsteiglänge nur theoretisch genügen; allein die Stadt Paris ist darauf nicht eingegangen. Die gewünschte Verlängerung darf ja auch, was das von der Betriebsgesellschaft beanspruchte Ausmass anbelangt, als etwas übertrieben angesehen werden, und es kann nicht wundernehmen, dass man darauf nicht einging, allein eine bescheidene Ausdehnung um einige Meter wäre

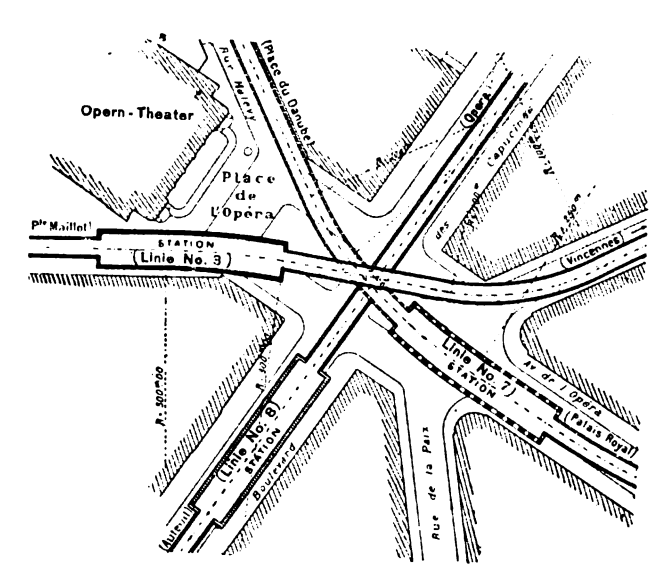


Fig. 42.
Lageplan der sich am Opernplatz kreuzenden Linien No. 3, No. 7 u. No. 8.

immerhin vorteilhaft gewesen und hätte für verhältnismässig geringe Kosten der Abwicklung des Fahrdienstes ganz wertvolle Erleichterungen und Vorteile gebracht.

Zu den Besonderheiten der Linie No. 3 gehört zuvörderst die schon mehrmals erwähnte Anfangsstation Avenue de Villiers, deren Grundriss Fig. 41 des näheren ersehen lässt. Die gleichnamige Station der Nordringlinie liegt mit der ersteren in gleichem Niveau und stehen die beiden parallel

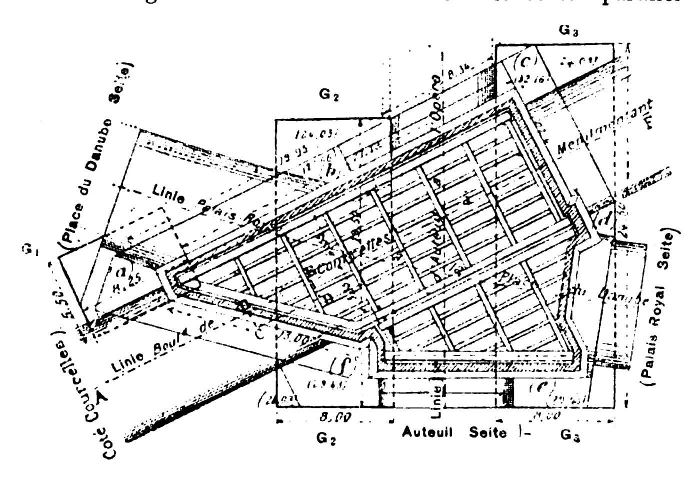


Fig. 43.
Grundriss der Kreuzungsuntermauerungen am Opernplatz.

aneinanderschliessenden Stationen einerseits durch fünf Torbogenöffnungen, von welchen die Scheidewand durchbrochen ist, andererseits durch zwei Galerien und zwei Treppen so in Verbindung, dass das Umsteigen der Fahrgäste bequem erfolgen kann. Für einen in Aussicht genommenen zukünftigen Ausbau der Linie No. 3 unter dem Boulevard Malesherbes bis zur Porte d'Asnières hat man von dem Haupttunnel der benannten Linie zunächst der Station Avenue de Villiers zwei eingleisige Abzweigetunnel t_1 und t_2 (Fig. 41) angelegt, welche sich etwa 100 m weiter am Boulevard Malesherbes wieder zu einem einzigen doppelgleisigen Tunnel für die gedachte Fortsetzung der Linie 3 vereinigen werden. Dieser Abzweigungen wegen liegen die beiden Doppelgleise der am Boulevard des Batignolles nebeneinanderlaufenden Bahnstrecken der Nordringlinie und der Linie No. 3 nicht im gleichen Niveau, sondern während die erstere leicht ansteigt, fällt die letztere mit 40 a. T. gegen den Park Monceau zu, sodass 110 m vom Bahnhofsende (Avenue de Villiers) bereits der erforderliche Höhenunterschied erreicht ist, um mit dem ersten Abzweigetunnel t_1 den Nordbahnring unterqueren zu können.

Als das interessanteste Bauwerk der Linie No. 3 darf wohl die in Fig. 42 gekennzeichnete unterirdische Kreuzung dreier Stadtbahnlinien am Opernplatz gelten. Zuoberst dieser drei Strecken (vergl. auch Fig. 43, 44 und 45) befindet sich die Linie No. 3 (Avenue de Villiers—Place Gambetta), unmittelbar darunter die Linie No. 8 (Auteuil—Pantin). Obwohl die beiden zuletzt angeführten Linien erst später ins Stadtbahnnetzprojekt einbezogen worden sind und sich ihr Ausbau voraussichtlich noch auf eine Reihe von Jahren hinausschieben

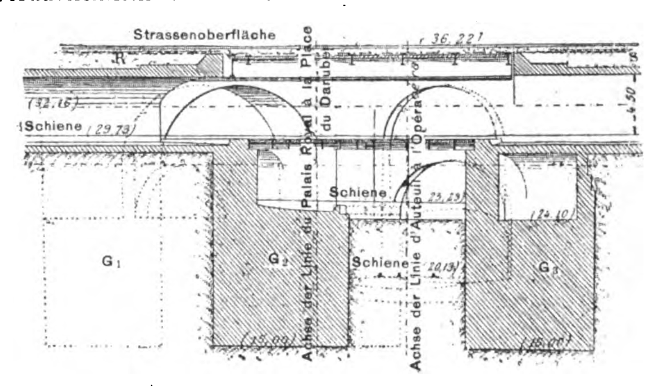


Fig. 44.
Längsschnitt (A B C D E F) der Kreuzungsuntermauerung.

dürfte, so war man doch genötigt, gleich bei der Herstellung der Linie No. 3 die zukünftig nötige Verkreuzung am Opernplatz endgiltig herzustellen, da dies späterhin ohne schwere Schädigung des Betriebes nur unter den grössten Schwierigkeiten und mit vervielfältigten Kosten möglich gewesen wäre.

An dieser Stelle liegt die Schienenoberkante der tiefsten Strecke (vergl. Fig. 44) 16,19 m, jene der mittleren Strecke 11,09 m und die der obersten Strecke 6,59 m unter der Strassenoberfläche. Drei mächtige Stützpfeiler G_1, G_2 und G_3 (Fig. 43, 44 und 45), welche zur Sicherung der Verkreuzungsstelle angeordnet werden mussten, weil sich daselbst bei den im Sommer 1901 vorgenommenen Bohrungen zeigte, dass 12 m unter dem Strassenniveau eine wasserführende Sandschichte

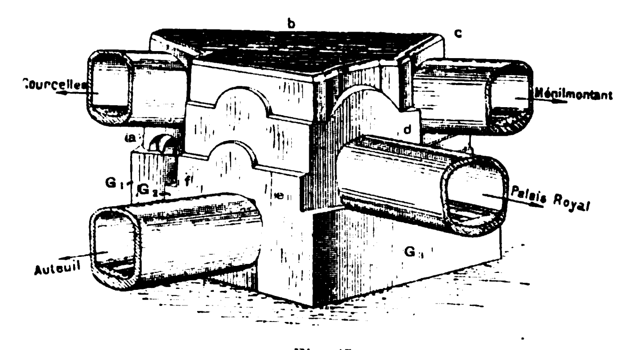


Fig. 45.
Perspekt. Darstellung der Kreuzungsuntermauerungen am Opernplatz.

vorhanden ist, erreichen aber eine Tiefe von 21,22 m, und stellte sich für ihre Ausführung die Anwendung von Kaissons mit Pressluftbetrieb als erforderlich heraus. Die erste dieser cyklopischen Untergrundmauern, der 8,25 m lange, 5,5 m breite Pfeiler G_1 (Fig. 43) hat seinen Platz an jener Stelle erhalten, wo das erste Zusammentreffen der Linien No. 3 und 7 erfolgt; die beiden anderen Pfeiler G_2 und G_3, von denen der erstere 8 m stark und 19,50 m lang und der zweite ebenso stark und 24,50 m lang ist, liegen zu einander

und zur Achse der zuunterst laufenden Stadtbahnlinie No. 8 parallel bezw. unterhalb der Widerlagsmauern dieser Tunnelstrecke. In einer Höhe von 9,10 m (12,12 m unter der Strassenoberfläche) bilden die Untergrundpfeiler Absätze, auf denen auf Gurten die Quermauern *a b c*, *c d*, *d e*, *e f* und *f a* (Fig. 43) errichtet werden, welche ihrerseits wieder die Grundmauern für die Tunnelwände an den Treffpunkten der drei übereinanderliegenden Linien, d. h. gleichsam Giebelwände und das Kopf- oder Tormauerwerk darstellen, für den Eintritt der sechs einzelnen Tunnelstrecken zur gemeinsamen Kreuzungsstelle.

Von diesen Giebelmauern, deren Anordnung die perspektivische Darstellung Fig. 45 mit den gleichen Zeichen, wie in Fig. 43, näher ersichtlich macht, erhalten die wichtigeren Abschlüsse *b c* und *e f* zweierlei Abmessungen, nämlich im unteren Teile eine Stärke von 1,20 m und im oberen von 0,80 m, während die übrigen vier Giebelmauern nur die letztangeführte Stärke besitzen; sie bilden von der Decke des obersten Geschosses an bis zur Sohle der zweittiefsten Bahnlinie ein geschlossenes Gehäuse, etwa wie die Umfangsmauern eines grossen unregelmässigen Stiegenhauses, das lediglich durch eine eiserne Zwischendecke — ähnlich, wie es z. B. Fig. 50 u. 51 zeigen — in zwei Stockwerke geteilt ist. Innerhalb des von den 6 Stirnmauern abgeschlossenen Raumes ist einzig nur die unterste Linie zwischen bezw. auf den beiden Untergrundpfeilern G_2 und G_3 (Fig. 43, 44 und 45) als normaler Tunnel ausgebaut, wogegen man die Trennung zwischen dem zweiten und dritten Geschosse ebenso wie zwischen dem letzteren und der Strassenoberfläche einfach mit Hilfe flacher eiserner Trägerroste bewerkstelligt. Die zu oberst die Abkrönung der sechs Giebelwände bildende Aufmauerung schliesst sich genau den Umfassungslinien der Deckenkonstruktion an und hat lediglich den Zweck, das zeitliche Einfallen des Strassengrundes abzuhalten.

Die besagte Abdeckung wird von fünf 3,5 m weit voneinander liegenden Blechträgern getragen (vergl. Fig. 43), die eine Länge zwischen 11,50 m und 23,50 m besitzen und auf den Stirnwänden *a b c* und *a f e* aufruhen, ausserdem aber auch durch Unterzüge, welche von *f* zu *d* gespannt sind, unterstützt werden. Diese fünf Hauptträger bilden mit schwächeren, in gegenseitigen Abständen von 1,17 m eingenieteten Längsträgern einen Deckenrost, dessen Felder mittels 0,22 m starken Ziegelgewölben ausgemauert und dann durch eine darüber ausgegossene Zementbetonschichte abgeschlossen werden, worauf schliesslich ohne weiteres die Bettung und Pflasterung der Strasse liegt. Ganz ähnlich ist die Decke angeordnet, welche das mittlere Geschoss vom obersten trennt; die beiden Gleise der Linie No. 3 (Courcelles—Ménilmontant) liegen jedoch an dieser Stelle nicht in einer Kiessbettung, sondern unmittelbar auf den zwei mittleren Längsträgerpaaren des Deckenrostes.

Einzelne Nebenräume, welche durch den vereinigten Einbau am Opernplatz verfügbar werden, sollen späterhin als Vorratkammer oder für sonstige dienstliche Zwecke, namentlich aber zu Verbindungstreppen und zur Unterbringung elektrischer Aufzüge Verwendung finden, welch letztere den Verkehr der Fahrgäste vom und zum untersten Bahnhofe der Linie No. 8 (Fig. 42) oder auch den Umsteigeverkehr zu vermitteln haben werden. Solche Aufzüge sind übrigens, wie wir seinerzeit berichtet haben (vergl. 1900, **315**, 549, Fig. 12) in der Bauausführung der Umsteigestation Place de l'Etoile der Hauptlinie No. 1, deren Bahnsteig 13 m unterhalb der Strassenfläche liegt, auch schon vorgesehen, aber bisher nicht eingerichtet worden, weil sich seit der am 13. Dezember 1900 erfolgten Betriebseröffnung der in Rede stehenden Station für die Schaffung von Aufzügen vorläufig noch kein Bedürfnis fühlbar gemacht hat.

(Schluss folgt).

Eigenschaften und Herstellung der Kalksandsteine.

Von Dr. **Gustav Rauter**.

(Fortsetzung von S. 560 d. Bd.)

2. Prüfungsergebnisse von Kalksandsteinen.

Nachdem der Begriff von dem Wesen des Kalksandsteins dargelegt ist, sollen nunmehr die Ergebnisse besprochen werden, die bei der Prüfung in den letzten Jahren hergestellter Kalksandsteine gewonnen sind. In dieser Beziehung liegen reichhaltige Ergebnisse vor, dadurch gezeitigt, dass die erste Jahresversammlung des Vereins der Kalksandsteinfabriken im Jahre 1901 den Beschluss gefasst hatte, von den in den Handel gebrachten Erzeugnissen seiner Mitglieder eine gewisse Mindestfestigkeit zu verlangen und diejenigen Fabriken von der Mitgliedschaft auszuschliessen, deren Fabrikate dauernd die geforderten Eigenschaften nicht besässen. Um für die Bemessung der zu verlangenden Mindestfestigkeit die nötigen Grundlagen zu gewinnen, hat dann der Verein eine grosse Reihe von Untersuchungen vornehmen lassen, die, um ihnen den nötigen amtlichen Charakter zu geben, von der Königlichen Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt zu Charlottenburg ausgeführt worden sind. Es ist dann auf Grund des gewonnenen Materials im Jahre 1903 folgender Beschluss gefasst worden:

„Die Mitglieder des Vereins der Kalksandsteinfabriken verpflichten sich unter der Bezeichnung „Kalksandsteine“ nur ein Fabrikat in den Handel zu bringen, welches dadurch entstanden ist, dass eine innige Mischung von Sand und Kalk in Ziegelform gepresst und unter Dampfdruck gehärtet worden ist. Die Festigkeit dieser Kalksandsteine soll mindestens 140 $^{kg}/_{qcm}$ betragen, geprüft am trockenen Stein, dessen Hälften zum Würfel zusammengemauert werden. Die Mitglieder des Vereins ermächtigen ferner den Vorstand, jährlich einmal ihre Steine im Vereinslaboratorium prüfen zu lassen, und zwar auf Kosten der betreffenden Mitglieder. Die durch den Vorstand veranlasste Probeentnahme vom Bauplatz ist entscheidend für die Beurteilung des gesamten Fabrikates.“

Die so geforderte Druckfestigkeit von 140 $^{kg}/_{qcm}$ ist freilich nur als eine Mindestfestigkeit anzusehen und wird von den Erzeugnissen zahlreicher Fabriken weit übertroffen. Allerdings wird sie andererseits auch bis jetzt noch nicht überall erreicht, sodass vielleicht diejenigen Stimmen Recht hatten, die rieten, sich vorerst noch mit einer geringeren Mindestfestigkeit, etwa mit einer solchen von 120 $^{kg}/_{qcm}$ zu begnügen. Indessen ist dieser Beschluss nun einmal gefasst, und es wird Sache der Kalksandsteinfabriken sein, ihre Fabrikation mit der nötigen Sorgfalt zu leiten, um auch stets normengemässe Erzeugnisse zu liefern.

In der weiter unten folgenden Tabelle ist eine Anzahl von bisher mit Kalksandstein seitens der Königlichen Versuchsanstalt in Charlottenburg erzielten Prüfungsergebnissen in ihren wesentlichen Werten zusammengestellt. Da die Anstalt selber die von ihr gewonnenen Zahlen noch nicht veröffentlicht hat, so mussten dieser Tabelle die von verschiedenen privaten Seiten gelieferten Unterlagen zu Grunde gelegt werden, die jedoch, wie gesagt, alle an amtlicher Stelle gewonnen worden sind. In den Prüfungszeugnissen ist meistens auch angegeben, dass die betreffenden Steine unter Aufsicht der Ortsbehörde aufs Geradewohl von den eben vorhandenen Steinvorräten entnommen sind, sodass es sich also durchschnittlich nicht um Ergebnisse handelt, die etwa an eigens zu diesem Zwecke hergestellten Steinen erzielt worden sind. Auch wird dieser Einwand schon dadurch hinfällig, dass verschiedene Steine so niedrige Festigkeitsziffern zeigen, dass sie schon deswegen nicht eigens hergestellte oder ausgesuchte Stücke sein können. Es dürften somit wohl die nachfolgenden Zahlen einen Anspruch darauf machen, ein zutreffendes Bild von den gegenwärtig von der Kalksandsteinindustrie erreichten Ergebnissen zu liefern.

Der Gang der Untersuchung war im allgemeinen der, dass von den betreffenden Steinproben je zwei Stück abgeschlagen und mit der Lupe untersucht wurden, wobei Gefüge, Bruch und Farbe festgestellt werden konnten. Es wurde dann das spezifische Gewicht am gepulverten Stein

bestimmt, das Raumgewicht des Steines im Ganzen und der Dichtigkeitsgrad ermittelt, welch letzterer sich als das Verhältnis von Raumgewicht zum spezifischen Gewicht darstellt.

Zur Prüfung auf Frostbeständigkeit wurden dann weiter 10 mit Wasser gesättigte Steine 25 mal abwechselnd je 4 Stunden einem Froste von etwa 10 bis 12° C, ausgesetzt, dessen genauere Stärke aus der Tabelle ersichtlich ist, und dann je 3 Stunden in Wasser von gewöhnlicher Zimmerwärme wieder aufgetaut. Nach dieser Beanspruchung pflegten die Proben keine sichtbaren Veränderungen aufzuweisen.

Ausserdem wurde das Wasseraufnahmevermögen der Steine der Art bestimmt, dass ihr Gewicht nach vollständiger Trocknung sowie ihr Gewicht nach einem längeren Verweilen unter Wasser festgestellt wurde. Es wurde hieraus die Wasseraufnahme auf den einzelnen Stein und auf 1 kg Probegewicht berechnet. Diese letztere Prüfung wurde, ebenso wie die verschiedenen Prüfungen auf Druckfestigkeit, an je 10 Steinen ausgeführt und das Mittel daraus genommen.

Die Prüfung auf Druckfestigkeit geschah in der Art, dass die Steine mit der Steinsäge in zwei Hälften zerschnitten und diese mit Portlandzement aufeinandergemauert wurden; beide Druckflächen wurden mit Portlandzement abgeglichen. Die Prüfung geschah einmal im wassersatten Zustande, alsdann nach dem Gefrieren der wassersatten Proben im wassersatten Zustande, schliesslich noch im trockenen Zustande. Die nach dem Gefrieren zu prüfenden Steine wurden vor der Zerlegung in zwei Hälften 25 mal abwechselnd einer Kältewirkung von der in der Tabelle aufgeführten Temperatur ausgesetzt und in Wasser von Zimmerwärme wieder aufgetaut.

Betrachten wir nun die Werte der Tabelle genauer, so werden wir ziemlich grosse Abweichungen zwischen den einzelnen Steinen von verschiedener Herkunft finden. Wir finden aber weiter, dass auch die einzelnen Eigenschaften eines und desselben Steines nicht in einem so leicht zu über-

Verhältnis zwischen Dichte und Druckfestigkeit bei 16 Proben von Kalksandsteinen.

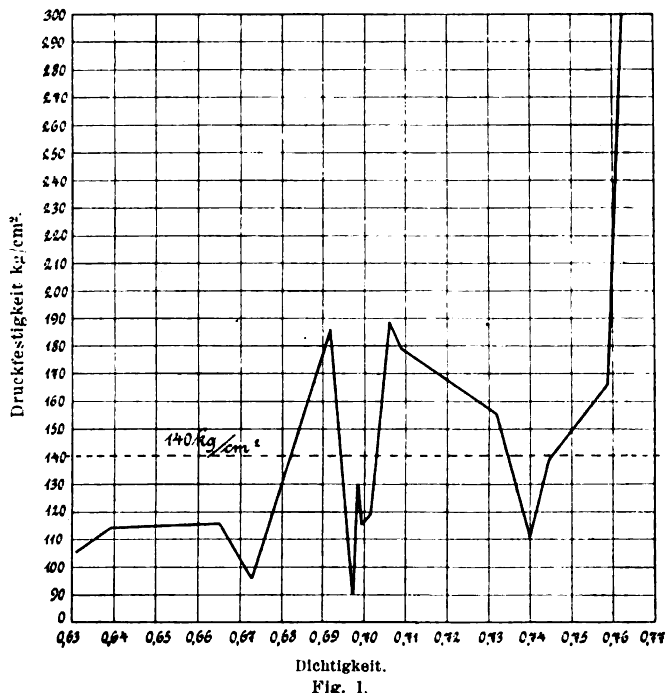


Fig. 1.

blickenden Zusammenhange miteinander stehen, als man vielfach anzunehmen geneigt ist. So ist in Fig. 1 das Ver-

Prüfungsergebnisse einer Anzahl von Kalksandsteinproben verschiedener Herkunft.

Geprüft unter No.	Einlauf der Steine	Trockengewicht eines Steines kg	Gefüge und Bruchbeschaffenheit	Spezif. Gewicht an Pulver bestimmt (s)	Raumgewicht (r)	Dichtigkeit $\left(\frac{r}{s}\right)$	Wasseraufnahme auf 1 kg Gewicht kg	Druckfestigkeit kg/qcm			Frostproben abgekühlt — °C.	Bemerkungen
								wassersatt	nach d. Gefrieren	trock.		
11 864	24. März 1898	3,660*	—	—	—	—	0,100*	—	219	238	12	* das Gewicht bei der Einlieferung liegt hier zu Grunde
12 916	6. Okt. 1898	3,863	feinkörn., flachmuschlig	2,428	1,868	0,763	0,090	277	295	300	12	
13 934	18. April 1899	3,858	—	—	—	—	0,140	146	156	162	14	
14 125	23. Mai 1899	3,488*	—	—	—	—	0,150*	—	219	228	13	* wie oben
14 995	2. Okt. 1899	3,731	—	—	—	—	0,106	130	122	154	11	auf der Handpresse hergestellt
16 307/1	29. März 1900	3,707	—	—	—	—	0,120	—	96	123	17	
16 307/2	5. April 1900	3,695	—	—	—	—	0,116	—	60	94	17	
16 755	3. Juli 1900	3,509	fein- bis mittelkörnig; etwas bröcklig	2,439	1,814	0,744	0,143	115	116	138	12	
17 432	29. Okt. 1900	3,308	do.	2,521	1,780	0,706	0,145	164	147	188	11	
17 904	22. Nov. 1900	3,925**	—	—	—	—	—	—	221	—	11	** Gewicht i. wassersatten Zustand
18 014	3. Dez. 1900	3,794	feinkörn., flachmuschlig, etwas bröcklig	2,573	1,903	0,740	0,103	94	84	110	11	
18 284	19. Jan. 1901	3,971	—	—	—	—	—	—	—	288	—	
18 313	30. Jan. 1901	3,601	—	—	—	—	0,144	157	146	179	11	
18 488	8. Febr. 1901	3,661	feinkörnig, etwas bröcklig	2,586	1,894	0,732	0,110	123	124	155	10	
18 893/1	25. April 1901	3,755	—	—	—	—	—	—	—	184	—	Hintermauerungssteine
18 893/2	25. April 1901	3,916	—	—	—	—	—	—	—	219	—	Klinker (schwachrot gefärbt)
19 200	4. Juni 1901	3,524	grobkörnig, unregelmässig	2,550	1,937	0,759	0,126	146	130	165	9,8	
19 205	3. Mai 1901	3,465	fein bis mittelkörnig, bröcklig	2,559	1,770	0,692	0,155	159	135	186	10	
20 125	4. Nov. 1901	3,498	feinkörnig, etwas muschlig	2,584	1,833	0,709	0,133	145	145	179	10	
20 354	13. Nov. 1901	3,443	feinkörnig, dicht, uneben	2,575	1,796	0,697	0,137	74	71	90	10	
20 535	12. Dez. 1901	3,437	fein- bis grobkörnig, dicht, uneben	2,542	1,775	0,698	0,140	100	101	129	11	
21 028	24. Febr. 1902	3,122	feinkörnig, fast glatt	2,537	1,598	0,630	0,184	155	160	179	11,8	
21 033	26. Febr. 1902	3,276	feinkörnig, etwas bröcklig	2,609	1,646	0,631	0,184	92	89	105	12	
21 693	23. Mai 1902	3,105	sehr feinkörnig	2,548	1,627	0,639	0,196	108	101	114	11,8	
22 240	30. Juli 1902	3,310	feinkörnig, etwas bröcklig	2,575	1,732	0,673	0,152	83	85	96	13,5	
22 381	11. Aug. 1902	3,449	do.	2,615	1,829	0,699	0,125	100	124	115	11	
22 666	23. Sept. 1902	3,365	feinkörnig	2,615	1,837	0,702	0,127	105	105	119	11,8	
23 292	17. Dez. 1902	3,379	do.	2,592	1,724	0,665	0,156	84	91	116	13,4	

hältnis zwischen Dichte und Druckfestigkeit für die 16 Proben von Kalksandsteinen zeichnerisch dargestellt worden, für die diese beiden Werte in der Tabelle angegeben sind. Es zeigt sich, dass zwar ganz im Allgemeinen einer grösseren Dichtigkeit auch eine grössere Druckfestigkeit entspricht, dass dies Verhältnis aber im Besonderen so starken Schwankungen unterworfen ist, dass man aus der einen dieser beiden Eigenschaften keine Schlüsse auf die andere ziehen kann. Es ist ja auch von vorneherein nicht anzunehmen, dass ein Stein, der im Verhältnis weniger Hohlräume besitzt und demgemäss dichter ist, darum nun auch aus einer an sich ebenso widerstandsfähigen Masse besteht, wie etwa ein Stein mit mehr Hohlräumen, und letzteren deshalb notwendig an Festigkeit übertreffen müsse.

Auch auf Feuerbeständigkeit sind die Kalksandsteine seitens der Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt zu Charlottenburg untersucht worden; es liegen dem Berichterstatter drei derartige Zeugnisse vor. Nach dem ersten Zeugnisse, Antrag No. 13631 vom 8. Februar 1899, wurde ein Versuchshäuschen aus Kalksandsteinen und aus Tonziegeln errichtet, als welche Birkenwerder Klinker erste Qualität genommen wurden. Das Häuschen wurde von beiden Steinsorten je zur Hälfte erbaut, und zwar mit Hilfe von verlängertem Zementmörtel. Es wurde dann mit Holz gefüllt, dieses mit Petroleum übergossen, und nach einer Brennzeit von einer Stunde 10 Minuten wurde das Feuer von der Feuerwehr vermittelst eines kräftigen Wasserstrahles gelöscht. Nach etwa zehn Minuten Brennzeit zeigten sich im Kalksandsteinmauerwerk sowohl, als auch im Klinkermauerwerk am Schornstein, an den Umfassungswänden und namentlich auch über den Eingängen zu den Feuerungsräumen durch die Fugen verlaufende Risse, die anscheinend durch die hauptsächlich in dem Kalksandstein in grosser Menge vorhandene, durch die schnell sich entwickelnde Hitze plötzlich verdampfende Feuchtigkeit hervorgerufen wurden. Gegen Ende des Versuches stürzte das Gewölbe des Kalksandsteinraumes herab, während dasjenige des Klinkerraumes dem Einsturz nahe war. Nach Ablöschung des Feuers zeigten sich die Kanten der von dem Heizraum zu dem Schornstein führenden Zugöffnungen abgebröckelt, und zwar gleichmässig bei beiden Baustoffen. Kalksandsteine und Klinker hatten im allgemeinen ihren Zusammenhang bewahrt, waren aber an der dem Feuer zugekehrten Seite mehrere cm tief mürbe geworden.

Die Steine hatten sich also beide ziemlich gleichmässig gehalten; es ist noch zu bemerken, dass die Birkenwerder Klinker nicht seitens des Herstellers der Kalksandsteine, sondern seitens der Versuchsanstalt selber beschafft worden waren.

Nach dem Brandversuche wurde aus dem Schornstein des Versuchshäuschens von jeder Steinsorte noch eine Zahl von Steinen in trockenem Zustande auf Druckfestigkeit geprüft, wobei die Kalksandsteine eine Druckfestigkeit von noch 185, die Klinker eine solche von noch 300 $^{kg}/_{qcm}$ ergaben.

Eine weitere Prüfung wurde unter No. 19341 auf Antrag vom 14. Juni 1901 vorgenommen und hierbei drei verschiedene Sorten von Kalksandsteinen zugleich miteinander untersucht, indem sie schichtenweise miteinander abwechselnd vermauert wurden. In der Mitte des Brandraumes wurde ein Schornstein aufgeführt, der im Innern des Häuschens aus Gittermauerwerk bestand und somit der Flamme eine sehr wirksame Angriffsfläche bot. Es wurde eine Stunde lang ein Feuer von mit Petroleum getränktem Kiefernholz unterhalten und schliesslich mit einem starken Wasserstrahl abgelöscht, der namentlich auch auf das Gittermauerwerk des Schornsteins gerichtet wurde.

Es bildeten sich hierbei nach kurzer Brennzeit durch die Fugen verlaufende Risse, auch senkte sich nach einiger Zeit der Türbogen in den Widerlagern, ohne dass indessen die Steine selber zerstört worden wären. Nach dem Bespritzen der Wände mit Wasser bröckelten die Kanten der Türeinfassung ab; die Steine des Schornsteins, die völlig von den Flammen umspült worden waren, verloren zum Teil schon beim Anspritzen ihre Kanten und hatten nach dem Niederreissen wesentlich an Festigkeit eingebüsst. Die Steine der Umfassungsmauern waren im Innern etwa 5 cm tief mürbe geworden.

Auch dieses Gebäude hatte somit den Flammen recht gut Widerstand geleistet.

Bei einem dritten Versuche, vorgenommen unter No. 21993 auf Antrag vom 25. Juni 1902, wurden Kalksandsteine von drei verschiedenen Fabriken, sowie rote Rathenower Ziegelsteine miteinander geprüft. Das Versuchshäuschen war ähnlich gebaut, wie bei dem vorhin beschriebenen Versuch, auch die Ausführung der Brandproben wurde entsprechend vorgenommen. Nach kurzer Brennzeit bildeten sich im Mauerwerk überall durch die Fugen verlaufeude Risse, ohne dass die Steine selbst zerstört worden wären. Auch im Innern blieben die Wände und der Schornstein bis auf einige Risse in der Oberfläche der Kalksandsteine unverändert.

Nach dem Bespritzen der Wände mit Wasser zeigten sich zwei Proben der verwendeten Kalksandsteine, sowie auch die Ziegelsteine äusserlich unverändert, während bei einer Sorte von Kalksandsteinen eine 5 cm dicke Schale abgefallen war. Die Kalksandsteine in dem vom Feuer völlig umspülten Schornsteine verloren zum Teil schon beim Anspritzen die Kanten und zeigten nach dem Niederreissen eine stark verminderte Festigkeit. Die Ziegelsteine waren im oberen Teil des Schornsteins unverändert, während unten beim Anspritzen einige Ecken absprangen.

Wie in einem in der Tonindustrie-Zeitung 1903, No. 22, Seite 275 veröffentlichten Bericht über diese letztere Brandprobe erwähnt wird, waren die beiden sich in diesem Versuche besser bewährenden Kalksandsteine nach dem Hochdruckverfahren, die dritte Sorte nach dem Niederdruckverfahren hergestellt.

Es geht aus diesen Proben hervor, dass Kalksandsteine im allgemeinen jedenfalls Ziegelsteinen von guter Qualität nicht nachstehen. Da seitens der Kalksandsteinfabriken eine stetige Weiterführung derartiger Versuche beabsichtigt wird, so ist zu hoffen, dass mit der Zeit noch recht viel nutzbares Material bekannt werden wird. Die Veröffentlichung derartiger Proben ist nicht nur für die Allgemeinheit, sondern auch für die Fabriken selbst von grossem Werte, da nur auf diese Weise vollständige Klarheit über die Eigenschaften ihres Erzeugnisses erzielt werden kann, und da derartige Veröffentlichungen auch den wirksamsten Anstoss zur Vervollkommnung der Fabrikation bilden. Es wäre andererseits aber auch zu wünschen, dass auch die Hersteller anderer Sorten von Steinen eine derartige systematische und fortlaufende Untersuchung ihrer Fabrikate ins Werk setzen würden, um so für die Praxis und Theorie des Baumaterialienwesens allseitig verwertbare und vergleichbare Unterlagen zu liefern.

Haben wir nun diejenigen Untersuchungen berücksichtigt, über die genau und amtlich verbürgte Zahlen vorliegen, so sind auch noch einige andere Untersuchungen ausgeführt worden, die bis jetzt noch nicht amtlich kontrolliert worden sind. Man hatte nämlich den Kalksandsteinfabriken öfters vorgeworfen, dass ihre Erzeugnisse sehr stark Wasser anzögen und dieses Wasser dann sehr schwer wieder abgeben, sodass mit Kalktandstein gebaute Wohnungen recht lange feucht blieben und sich bei feuchter Witterung überhaupt kaum austrocknen liessen. Es ist unter diesen Umständen vielfach geprüft worden, ob Kalksandsteine tatsächlich schneller und mehr Wasser aufnehmen, als Ziegelsteine, und ob sie das Wasser dann langsamer wieder abgeben. Es hat sich gezeigt, dass diese Befürchtungen nicht gerechtfertigt waren, dass vielmehr die Wasseraufnahmefähigkeit der Kalksandsteine hinter derjenigen von Ziegelsteinen zurücksteht, und dass das aufgenommene Wasser verhältnismässig rasch wieder abgegeben wird. Auch haben Beobachtungen an fertigen Bauten aus Kalksandstein ergeben, dass diese sehr rasch austrocknen, und zwar rascher, als Ziegelbauten unter den gleichen Umständen. Es liegt nur der eine Umstand in ihrem beiderseitigen Verhältnis zu Wasser vor, der scheinbar zu Ungunsten der Kalksandsteine spricht, dass nämlich diese Steine, wenn sie einmal nass geworden sind, zugleich eine graue Farbe annehmen, die den Anschein erweckt, als wenn sie ausserordentlich viel Wasser aufgenommen hätten, während bei Ziegelsteinen eine so starke Farbenveränderung nicht stattfindet.

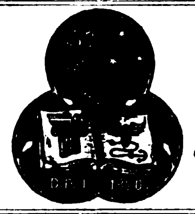
(Fortsetzung folgt.)

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 37. Berlin, 12. September 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2195), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Fortsetzung von S. 245 d. Bd.).

Verarbeitung des Ganzstoffes zu Papier.

1. *Stoffbütten.*

In diesen hat sich der Stoff, welcher bereits vollständig vorbereitet sein muss (genügend fein, geleimt, gefüllt, gefärbt u. s. w.), aufzuhalten, um nach Bedarf zur Papierbildung benutzt zu werden. Man hat Bütten aus Holz, sowie aus Zement, in denen sich geeignete Rührwerke bewegen, um zu verhindern, dass die Fasern und andere Teile sich absetzen. Um bei hölzernen Bütten insbesondere die Böden ausreichend widerstandsfähig zu machen, und auch die vollständige Entleerung der Bütte zu erleichtern, schlägt *Paschal F. Emery* im amerik. Patent 654961 vor, den Boden aus Keilstücken zu bilden, welche gegen die Mitte hin sich in der Höhenrichtung kegelig verdicken. Da das Abflussrohr am äusseren Rande angebracht ist, muss tatsächlich aller Stoff ohne besondere Nachhilfe abströmen.

Fig. 71.

Fig. 72.

Aus den Bütten wird der Stoff häufig durch Schöpfräder weiter befördert. Die Füllung der gewöhnlichen Schöpfbecher hängt aber auf das Innigste mit dem Stoffstande in der Bütte zusammen. Steht der Stoff tief, wie etwa bei *1,2* in Fig. 71, so kann nicht mehr Stoff von der Zelle gefasst werden, als der Linie a b, entspricht. Steht der Stoff aber hoch, etwa bis *3,4*, so füllt sich die Zelle bis zur Linie a_1 b_1,

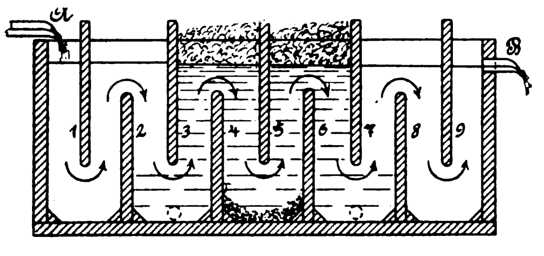


Fig. 73.

fasst also vielmehr als zuvor, giesst auch mehr in die Rinne R aus, von wo der Stoff zur Papiermaschine fliesst; hierdurch werden unvermeidlich Schwankungen im Quadratmetergewicht des Papieres veranlasst. Dem sucht der Schöpfbecher nach Patent *Steinbock* vorzubeugen, welcher von der bekannten Maschinenfabrik *Füllner* in Warmbrunn vertrieben wird.

Fig. 72 zeigt, dass die neuen Schöpfbecher teilweise länglich, schaufelartig ausgebildet sind, so dass bei tiefstehendem Stoffe nach Linie *1,2* doch noch sehr viel gefasst wird, nahezu ebensoviel, als bei hohem Stoffstande nach Linie *3,4*. Demgemäss wird auch beim Ausgiessen in den Stellungen c d und c_1 d_1 bezüglich nahezu gleichviel in die Rinne R entleert, im vorteilhaften Gegensatz zu Fig 71.

2. *Sandfänge.*

Sie bestehen in der Regel aus grösseren Rieselflächen, über welche der Stoff abwärts fliesst und in durch Leisten gebildeten Winkeln die spezifisch schwereren Bestandteile: Sand, Metallteilchen u. dergl. zurücklässt. Soll dies ausreichend gelingen, so müssen die Sandfangflächen sehr gross sein, brauchen also auch viel Platz. Deshalb schlägt für solche Fälle *Kurz* in der Papierzeitung 1901 S. 1822

Fig. 74.

Fig. 75.

einen Sandfang von der aus Fig. 73 ersichtlichen Gestalt vor. Man sieht, dass der Stoff im langsamen Strome ausgedehntere Wände *1—9* oder auch noch mehr zu umfliessen hat, und

zwar bei fortwährender, sehr bedeutender Ablenkung. Ueberdies werden hierbei (recht sicher) schwimmende Teilchen, wie Holzsplitter, Harz, Gummi, Schaum und dergleichen, wie in den mittleren Abteilungen zu sehen, zurückgehalten.

Bei dem in Fig. 74 u. 75 skizzierten Sandfang von *Julius Wagner* in Zweibrücken, nach D. R.-P. 115383, finden wir zuoberst bei *a* jene dreikantigen Leisten, wie sie bei Sandfängen häufig vorkommen, doch ist der Boden unter den Stäben *a* durchbrochen. Letztere bilden hierdurch eigentlich einen Rost; unter ihm befindet sich ein zweiter, geneigter Boden *b*, auf den die Unreinigkeiten fallen und gegen die Abfallöcher *c*, beziehungsweise Raum *d*, gelangen. Ist dieser mit den abgesetzten Teilen gefüllt, so schliesst man die Oeffnungen *c* mittels eines Schiebers *e* und öffnet dann *d* nach unten durch Wegziehen eines Schiebers *f* und entleert durch die Oeffnungen *g*. Solcherart kann also der Sandfang fortwährend ohne Störung des Betriebes gereinigt werden.

Anziehungskraft) Elektromagnete besitzen. Während die Trommel sich im Stoffe, der darunter fliesst, dreht, werden die Metallteile an die Oberfläche gezogen, festgehalten und am oberen Scheitel abgestrichen. Erfahrungsgemäss werden nicht bloss Eisenteilchen, sondern auch Kupfer, Messing, Bronze und andere Körper angezogen und dadurch abgesondert.

3. *Knotenfänger.*

Es liegt in der Natur der Sache, dass bei diesen und den im wesentlichen auf dasselbe hinauskommenden Papierstoffsortierern an den Grundlagen kaum etwas geändert werden kann. Es sind immer Siebe, welche die gröberen von den feineren Teilen zu sondern haben. Nur in den Einzelheiten ergeben sich Unterschiede. Auch viele bereits bekannte Systeme sind solcherart verbessert worden. Interessant ist ein als Papierstoffbürster bezeichneter Apparat von

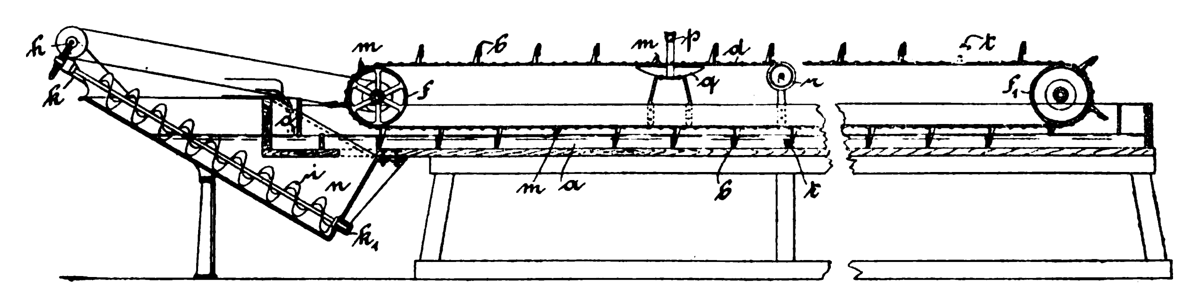


Fig. 76.

Vollständig ununterbrochen wird derselbe Zweck erreicht bei dem Sandfang von *Heinrich Schmolka* in Prag nach D. R.-P. 120181. Die Sandfangleisten *b*, Fig. 76, sind hier nicht fest, sondern bewegen sich langsam, in ununterbrochener Folge zu einer endlosen Kette zusammengehängt, über die Scheiben *f*, f_1 und Stützrollen *r* dem Stoffstrom entgegen. Bei *o* gelangt dieser von links in den Apparat und fliesst über den Boden *a* weiter. Vor *a* befindet sich ein Sammelbecken *n*, in welchem eine Transportschnecke *i* mit Antriebscheiben *h* in Lagern *k*, k_1 angeordnet ist. Diese Schnecke schafft die groben Unreinigkeiten, welche durch die bewegten Leisten *b* nach *n* gelangen, endgiltig fort. Oberflächlicher Schaum wird durch nicht so tief herabreichende Latten *m* abgestrichen, bei der Weiterbewegung der Kette durch Spritzwasser aus *p* in die Mulde *q* gespült und entfernt. Am Boden schleifende Bürsten *t* lassen Schleim am Boden *a* nicht aufkommen.[1])

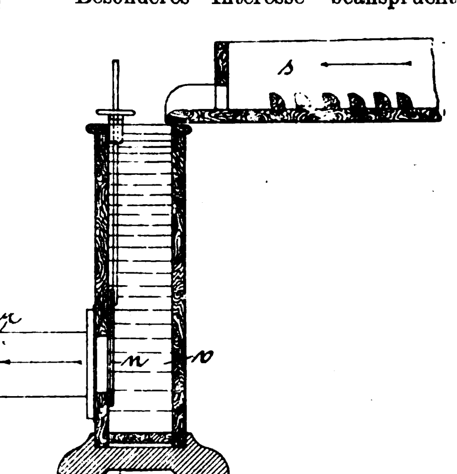


Fig. 77.

Trotz aller Vorsicht gelangen bei den gewöhnlichen Sandfängen doch noch manche Verunreinigungen, insbesondere auch Metallteilchen ins Papier, die beispielsweise bei feinen Papieren hässliche Flecken u. dergl. veranlassen. Um Eisenteile auszusondern, sind magnetische Reiniger in die Sandfänge eingeschaltet und auch bereits beschrieben worden.[2]) Doch entsprachen die bisherigen Ausführungen manchmal nicht besonders, hauptsächlich wegen der geringen Magnetstärke. Die *Magnetic Separator Co.* in Springfield stellt neuestens magnetische Reiniger her, welche in einer dünnen Metalltrommel sehr kräftige (1,4 kg f. d. Quadratzentimeter

Henry Mellor nach amerikan. Patent 645422, wobei selbst der schon im Knotenfang behandelte Stoff vor dem Auflaufen auf das Sieb durch eine Reihe von Mahlvorrichtungen (ganz ähnlich wie Walze und Grundwerk), geschickt wird, um sicher knotenrein zu werden.

Besonderes Interesse beansprucht der Knotenfänger von *A. Woge* nach D. R.-P. 118863 mit der Stoffströmung von unten nach oben durch die Schlitzplatten hindurch. Der vom Sandfange *s* (Fig. 77) kommende Stoff füllt vorerst einen Behälter *v* so hoch, dass in ihm der Flüssigkeitsspiegel über die Fläche der Knotenfangplatte *p* ragt. Aus *v* tritt der Stoff durch den regelnden Schieber *n* in das Rohr *r* und in den Kasten *k*, um nach oben durch die Schlitze von *p* zu gelangen, was dadurch erleichtert wird, dass die Schlitze unten eng, oben weiter sind. Von da fliesst der gereinigte Stoff zur Papiermaschine. Selbstredend bleiben dadurch alle Knoten auf der unteren Seite der Knotenfangplatten und haben schon deshalb das Bestreben wegzufallen und die Knotenfangplatten von selbst frei zu geben. Dies wird aber noch dadurch unterstützt, dass schwingende Siebe *t* auf Armen *f* unter *p* arbeiten. Die Arme *f* sitzen auf der Welle *w* in Lagern *l*, welche durch den Hebel *h* mittels der Schubstange *u* von der Kurbelscheibe *c* aus in Schwingungen versetzt wird. Da hierbei sowohl der Kurbelradius, wie auch durch ein geeignetes Vorgelege die Zahl der Schwingungen in der Zeiteinheit den jeweiligen Verhältnissen, der Stoffart und dergleichen anpassbar ist, so scheint hier sehr gut für die selbsttätige Abfuhr der Knoten und sonstigen Verunreinigungen gesorgt. Die Maschinenfabrik *Füllner*, welche dieses System baut, meldet sehr günstige Erfolge damit.

Selbstreinigung der Knotenfangplatten dann, wenn der

[1]) Vergl. den Apparat von *Cadwga*. D. p. J., 1898, **310**, 85.
[2]) Vergl. D. p. J., 1890, **277**, 178.

Stoff von unten nach oben durch die Siebplatten tritt, finden wir auch bei dem Knotenfänger von *John White* nach D. R.-P. 111991 (Fig. 78 u. 79). Der Stoff fliesst in den Trog a_1 auf Ständern *a* und gelangt in den Uförmigen Ringkanal a_3. In ihn taucht die Verlängerung d_1 des Troges *d*, dessen Boden die Knotenfangplatten *c* bilden. Durch diese dringt der Stoff von unten nach oben und fliesst über den nachgiebigen Boden *g* nach *h* und weiter zur Papiermaschine. Schon der Rand d_1 hindert, dass gröbere Verunreinigungen, auch Schaum, zu den Siebplatten gelangen. Der natürlichen Schwere der an der Unterseite von *c* zurückgebliebenen Knoten kommt zu Hilfe einerseits die schwingende Bewegung des nachgiebig bei *e* verbundenen Trogbodens a_2, der in bekannter Weise durch die auch in der Figur angedeutete Exzenterwirkung auf- und abschwingt, andererseits die dazu senkrechte Schwingung des Siebplattentroges *d*, welcher an Zapfen *f* in der Mitte aufgehängt ist. An *d* legt sich lotrecht geführt ein Arm *k* mit Rollen k_1, die auf dem Umfange einer unrunden Scheibe i_1 anliegen, die ihrerseits mittels Welle *i* und durch den angedeuteten Wurmrädertrieb gedreht wird. Zweifellos dürften durch die entstehenden Wirbel die Knoten von *c* ab und in den Ringkanal a_3 gespült werden, von wo sie bequem entfernt werden können.

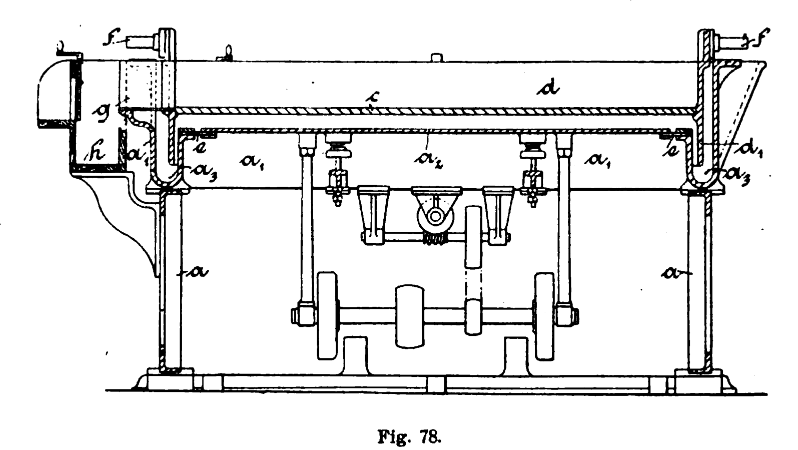


Fig. 78.

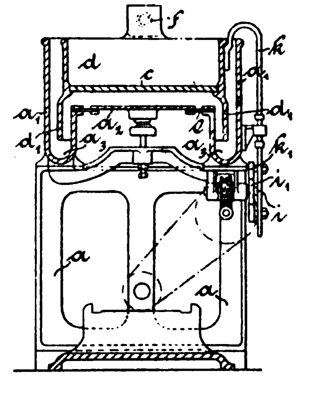


Fig. 79.

Neben diesen beiden, sozusagen auf dem natürlichsten Wege die zurückbleibenden Knoten entfernenden Systeme erscheinen andere weitaus weniger praktisch. So wird in dem amerikan. Patente 663529 von *J. Wilson* der Knotenfänger mit ebenen Siebplatten in zwei symmetrisch liegende Hälften geteilt. In jede derselben fliesst der Stoff, aber nicht unterbrochen, sondern abwechselnd, förmlich stossweise durch ziemlich plötzliches Oeffnen von Schiebern. Der Stoff sickert dann langsam durch die Platten und lässt auf ihnen die Knoten und dergleichen zurück. Kommt dann nach plötzlichem Oeffnen des Absperrschiebers wieder ein Stoffschwall auf die Platte, so sollen durch ihn die früher zurückgebliebenen Knoten in einen Kanal gespült werden.

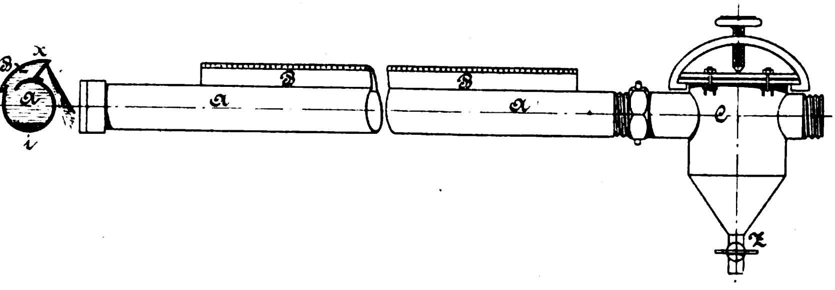


Fig. 80.

Bei dem Knotenfänger von *Silvio de Pretto*, nach D. R.-P. 99214, wird auch ununterbrochene Reinigung erstrebt mit, wie bereits erwähnt[3]), nachgibigen Schabern, welche über die Siebflächen geführt werden. Der mechanische Teil scheint jedoch für die vorliegende Aufgabe immerhin so verwickelt, dass man zweifellos lieber zu den einfacheren, diesmal besprochenen Vorrichtungen greifen wird.

Bei den Knotenfängern von *Schmidt & Seybold*, welche die Schlitzwannen an Federn hängen[4]) und damit recht sanfte, allseitige Schüttlung erzielen, wird nach D. R.-P. 105101 die Grösse der Schüttlung dadurch veränderlich gemacht, dass man die Rollen oder Schlagbolzen, an welche das Daumenrad stösst, in verschiedene Anfangslagen stellt, je nach dem Hub, mit welchem geschüttelt werden soll, wodurch man sich der Natur des Stoffes gut anpassen kann.

Bei dem D. R.-P. 115656 zeigen *Ploy* und *Kaluzsay*, wie durch einen einfachen Mechanismus die aus einzelnen Stäben gebildeten Knotenfangplatten gleichmässige, aber verschieden einstellbare Schlitzweiten erhalten können, um sich verschiedenen Stoffarten anzupassen und auch die Reinigung zu erleichtern.

Bei den *Drehknotenfängern* ohne Radantrieb benutzt neuestens *Robert Dietrich* in Merseburg nach den D. R.-P. 113826 und 119069 ein eigentümliches Spritzrohr und die lebendige Kraft des Spritzwassers zum Umtrieb des Knotenfangzylinders. In das Spritzrohr *A* (Fig. 80) gelangt das Wasser aus dem Schmutzabsatztopf *C*, aus welchem bei *Z* der Satz abgelassen werden kann. Aber auch noch in *A* kann sich Schmutz absetzen, wie bei *i* angedeutet, so dass in die Anschlusskammer *B* durch den verhältnismässig engen Verbindungsschlitz sehr reines Wasser kommt, was ja für den Stoff von grösster Wichtigkeit ist. Aus *B* trifft dann durch Spritzlöcher *x*, deren Neigung ganz den jeweiligen Bedürfnissen entspricht, Wasser auf die Siebtrommeln. In Fig. 81 sehen wir, wie aus dem Spritzrohr *e* das Wasser *f* schief an die Siebtrommel kommt, um an Leisten *c*, *d* einerseits stossend zu wirken, andererseits Wasser in den Winkeln zwischen den Leisten *c* und dem Trommelumfang zurückzulassen; das Wasser wird am seitlichen Abfliessen durch Randscheiben *h* gehindert, befördert also auch durch sein Gewicht die Drehung der Siebtrommel. Das Wasser, welches durch die Schlitze dringt, fängt die Knotenrinne *g* auf.

Christian Wandel stellt bei seinen Drehknotenfängern die Saugschaufeln nicht parallel zu den Zylindererzeugenden, sondern schief (Fig. 82), um dieselben zur rascheren Entleerung des Trommelinneren mit zu benutzen. Die Figur spricht für sich selbst. Man erkennt sogleich, dass die entweder einfach oder doppelt geneigten Schaufeln *c* den Trommelinhalt aufschöpfen und durch die Hälse *e* wegfördern.

In den Winkeln, welche bei dem Anschluss der Saugschaufeln an die Trommelwand entstehen, sammeln sich gern Unreinigkeiten an, denen man schwer beikommt. Deshalb schlägt *Hermann Finckh* in Reutlingen im D. R.-P. 102618 vor, die Saugschaufeln derart umlegbar zu machen, dass man sie tangential zum Trommelumfang richten und nach der Reinigung wieder aufstellen kann. Durch eine Hebelverbindung lässt sich dies einfach machen.

[3]) Vergl. D. p. J., 1898, **310**, 90.

[4]) Vergl. D. p. J., 1898, **310**, 88.

Durch eine eigentümliche Form der Saugschaufeln will *Franz Deissler* in Berlin nach D. R.-P. 117197 einen rotierenden Splitterfänger selbstreinigend machen. Aus Fig. 83 ersieht man, dass die bis zur Mitte reichenden, am

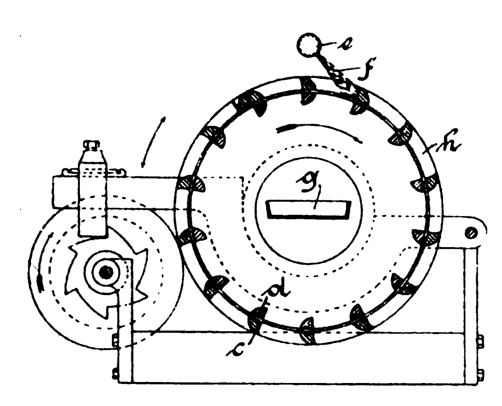


Fig. 81.

besten parabolisch gekrümmten Schaufeln *a* mit Nasen *n* ausgestattet sind. Von diesen erwartet der Erfinder, dass bei dem Eintauchen in den Stoff Wirbel veranlasst werden, welche die an der Innenwand von *c* festgesessenen Teile abspülen und die Schlitze rein halten. Statt der Nasen können auch mit Blenden ausgestattete Oeffnungen in den Schaufeln vorgesehen sein[5]).

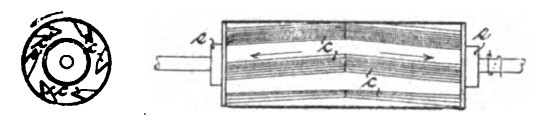


Fig. 82.

Der Papierstoffsortierer von *Rud. Haas* und *Leopold Zeyen* in Raguhn nach D. R.-P. 124724 trennt mit einer Zusammenstellung von gekrümmten und ebenen Sieben Papierstoff nach verschiedenen Feinheitsgraden so, dass man ohne Störung des Betriebes jede der Sorten ablassen kann. In Fig. 84 bemerkt man bei *w* den zuströmenden Stoff, welcher in das muldenförmige Sieb *a* einfliesst: das Vorsieben. Grobe Splitter u. dergl. bleiben an der Oberfläche und können mit einem Rechen abgezogen werden, wodurch der aus *a* nach der Vorkammer *e* gelangende Stoff für grobe Papiere schon brauchbar wird und mittels Hahn *v* abgelassen werden kann. Der Stoff dringt weiter durch das Flachsieb *b* in den Raum *f*, aus welchem schon feinere Fasern folgen, da *b* ein feineres Sieb ist, als *a*. Hahn *u* gestattet diesen Stoff abzulassen. Endlich dringt der feinste Stoff durch das Rundsieb *c* und

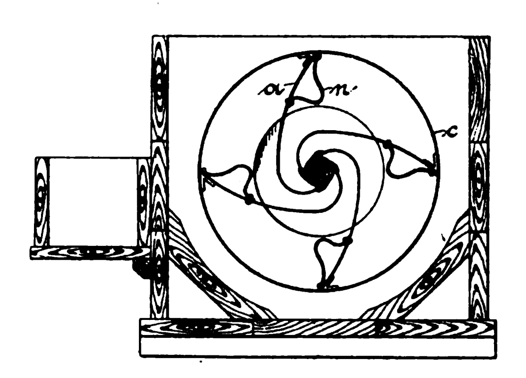


Fig. 83.

fliesst durch einen Hohlzapfen ab. Durch eine Schubstangenkurbelbewegung schwingt man das Rundsieb *c*. Diese schwingende Bewegung teilt sich mittels des Armes *p* und

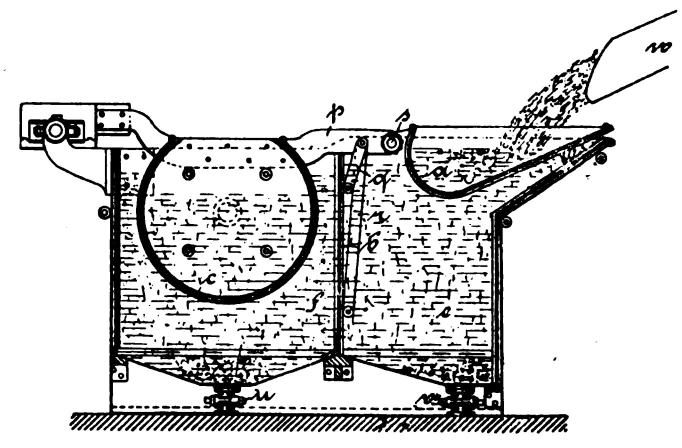


Fig. 84.

des Gelenkes bei *s* dem Muldensieb *a* und durch die Hängeschienen *q*, *r* dem lotrechten Sieb *b* mit. *a* und *b* bewegen sich solcherart schwingend auf und ab, was für das Sichten erfahrungsgemäss sehr günstig wirkt. (Fortsetzung folgt.)

[5]) Vergl. den Waschholländer auf S. 231 d. Bd.

Mitteilungen über die „Pariser Metropolitanbahn".

(Schluss von S. 574 d. Bd.)

Bevor die Linie No. 3 von der Rue Caumartin kommend den Opernplatz erreicht und dort das ebengeschilderte Kreuzungsobjekt durchläuft, übersetzt sie im Kilometer 1,882, d. i. unter der Stelle, wo die Rue Auber mit der Rue Scribe zusammentrifft, in einem schiefen Winkel eine Anlage des städtischen Kanalnetzes (vergl. Fig. 46), nämlich den von Clichy kommenden Hauptsammelkanal, welcher auf seinem Wege von dem Place de Trinité nach der Rue des Petits Champs durch die Rue Mogador, Rue Scribe usw. gelangt. Man hatte die Bahnlinie soweit ansteigen lassen, dass es möglich wurde, lediglich durch das Kappen des obersten Teiles der Gewölbsdecke des Kanals den erforderlichen Raum für die Kreuzung zu gewinnen. Wie der betreffende Grundriss (Fig. 47) und Querschnitt (Fig. 48) ohne weiters erkennen lassen, wurde an der in Rede stehenden Kreuzungsstelle die das Kanalprofil konzentrisch umspannenden Widerlagsmauern des Eisenbahntunnels auf 2 m verstärkt, aber ebenso die in und unter das Profil des Eisenbahntunnels hineinfallenden Seitenwände des Kanals in einer Stärke von 1,50 m voll ausgebaut und dann die Gewölbsdecke desselben soweit als nötig beseitigt. Die Verstärkungsmauern der beiden Kanalwände sind mit sechs 6 m langen, auf Granitwürfel ruhenden Blechträgern überlegt, welche mit drei Querträgern einen zehnfeldigen Deckenrost bilden, der in seinen Feldern nach der gewöhnlichen Weise mittels 0,22 m starker Ziegelgewölbe und einem 0,04 cm hohen Zementgussmantel abgedeckt wird. An dieser Stelle fehlt den Gleisen das Kiesbett, weil die hölzernen Querschwellen des Oberbaues, um an Höhe zu gewinnen, bezw. um an Platz zu sparen, gleich unmittelbar auf den mittleren Längsträgerpaaren (vergl. Fig. 48) angebracht sind.

Mit der eben geschilderten Kreuzung ist inbezug der Bauausführung auch jene im Kilometer 3,6485 ziemlich übereinstimmend, wo die nächstens zu erbauende Stadtbahnlinie No. 4 die Linie No. 3 im rechten Winkel übersetzt. Auch hier hat man (vergl. Fig. 49, 50 u. 51) die beiden Geschosse durch einen vierwandigen Einbau (Fig. 49) verbunden und innerhalb desselben an Stelle des Deckengewölbes im unteren Tunnel eine flache Blechträgerdecke eingezogen, wodurch 0,47 m an der Tiefenlage erspart blieben. Die

hier verwendeten Hauptträger sind stählerne Vollblechträger und liegen zur Achse der oberen Bahnlinie No. 4 parallel; die beiden inneren Paare derselben (vergl. Fig. 51) dienen gleich zur unmittelbaren Aufnahme des Gleisoberbaues ohne Kiesbett. Die Felder zwischen den Hauptträgern sind wieder durch Querträger geteilt und in gewöhnlicher Weise mit

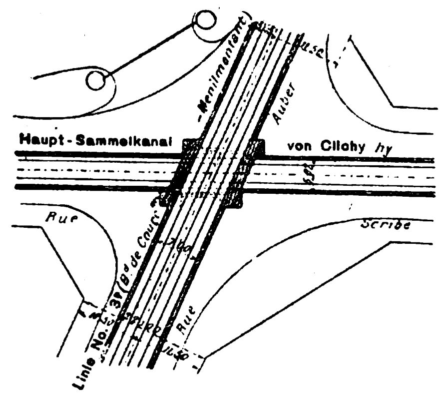
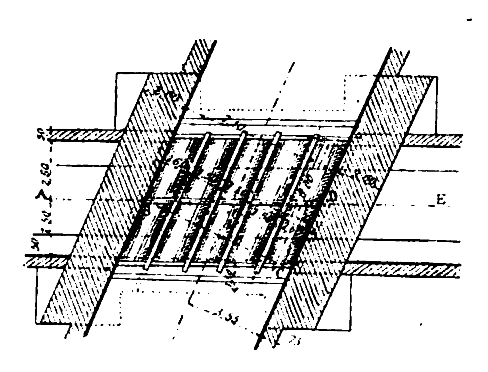


Fig. 46.
Lageplan der Kreuzung im km 1,882


Fig. 47.
Draufsicht an der Kreuzung im km 1,882.

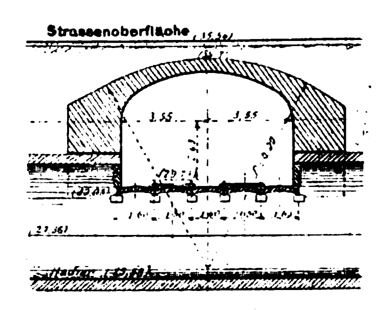


Fig. 48.
Querschnitt der Kreuzung im km 1.882.

Ziegeln überwölbt. Der oberhalb liegende Tunnel wird gelegentlich der jetzigen Herstellung der Linie 3 nur auf eine Länge von 12 m ausgebaut und an den beiden Enden (vergl. Fig. 50) bis zum endgiltigen Ausbau der Linie No. 4 durch zwei späterhin natürlich wieder zu beseitigende Stirnmauern vorläufig abgeschlossen.

und bereits am 27. Juli 1901 zur Vergebung gelangte. Für diese 507 m lange Strecke waren die Kosten, ausschliesslich 35000 Frank für Umlegungen und Sicherungen der Strassenkanäle und Wasserleitungen usw., mit 1815000 Frank veranschlagt und ist die Bauausführung gegen einen 27,4 prozentigen Nachlass der angesetzten Kostensumme von der Bauunternehmung *Hallier* übernommen worden. Als Herstellungsfrist konnten nur sechs Monate zugebilligt werden, von denen zudem für die unterhalb des Kanals zu liegen kommende Strecke nur zwei Monate verwendet werden durften, weil nur auf diesen Zeitraum die Ausserbetriebsetzung des St. Martinkanals behördlich genehmigt worden war. Da nun

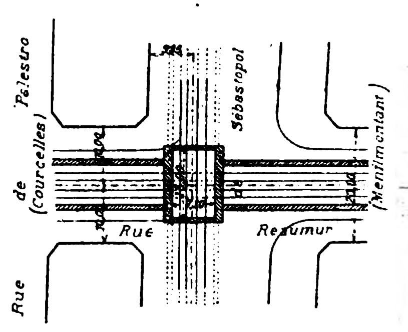


Fig. 49.
Lageplan der Kreuzung im km 3,6485.

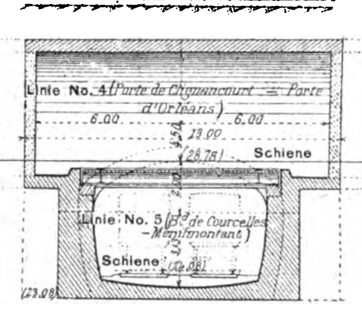


Fig. 50.
Querschnitt der Kreuzung im km 3,6485.

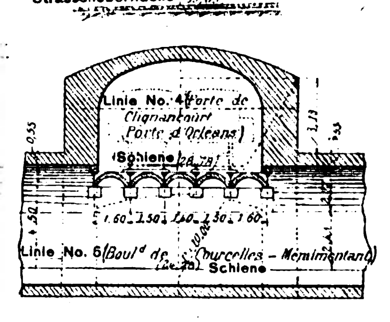


Fig 51.
Längsschnitt der Kreuzung im km 3,6485.

Von der Unterführung des Kanals St. Martin (vergl. den Lageplan Fig. 52), dem heiklichsten Punkt der ganzen Stadtbahnlinie No. 3, wurde bereits bemerkt, dass sie zu bauen begonnen wurde, bevor noch der übrige Verlauf der Strecke in allen Einzelheiten festgestellt war. Es musste

Fig. 52.
Lageplan der Kreuzung der Linie No. 3 mit dem Kanal „St. Martin".

nämlich eine Gelegenheit, bei welcher der Kanal ausser Betrieb gesetzt wurde, schleunigst ausgenützt werden, weshalb die bezügliche Tunnelstrecke von Kilometer 4,70200 bis Kilometer 5,21200 als besonderes Baulos ausgearbeitet wurde

die Länge des in letztgedachter Beziehung massgebenden Tunnelstückes der Linie No. 3 infolge des ziemlich scharfen Kreuzungswinkels annähernd 60 m beträgt, so musste an dieser schwierigen Stelle durchschnittlich ein laufendes Meter täglich fertiggestellt werden.

Behufs Ermöglichung der unterirdischen Arbeiten wurden vor allem andern zwei 19—20 m tiefe Förderschächte S_1 und S_2 (Fig. 53) abgeteuft, von denen man nach beiden Richtungen den Tunnel mittels Schildern von *Mackensen & Höch*, zumteil im Pressluftbetriebe, vorzutreiben begann. Lediglich für die Bauzwecke war ein eigenes Elektrizitätswerk von 200 PS Leistung einstweilig errichtet worden, welches den Strom für die Beleuchtung der unterirdischen Arbeitsstellen und für den Betrieb der verschiedenen Elektromotoren lieferte, durch welche alle beim Bau erforderlichen Winden, Krahne und Schöpfpumpen angetrieben wurden. Die Zufuhr der Steine, Ziegel und sonstigen Baumaterialien geschah mittels Booten auf dem St. Martinkanal. Man hatte zu diesem Zwecke vom Fahrdamm der Avenue de la République aus an mehreren günstig gelegenen Punkten das Kanaldeckengewölbe blossgelegt und geöffnet und an diesen Stellen Hebewerke aufgestellt, mit deren Hilfe die Materialien von den unten hingefahrenen Booten auf die Strasse gehoben, hier in Hunte gebracht und auf Rollbahnen zu den Schächten S_1 und S_2 bezw. zu den Verbrauchsstellen weitergeschafft wurden. Auf gleichem Wege, nur in entgegengesetzter Richtung, erfolgte auch wieder die Abfuhr des an den Baustellen ausgehobenen Schuttes, den die

Kanalboote zur weiteren Verfuhrung auf Seineschiffe überbrachten.

Eine recht missliche Vermehrung der Nebenarbeiten ergab sich aus dem Umstande, dass der Betriebskanal St. Martin einfach im gewachsenen Erdreich verläuft und nunmehr in jenem Teile, wo er über der Stadtbahn seinen Weg nimmt und seine Sickerwässer die letztere beeinflussen könnten, erst ein wasserdichtes Gerinne erhalten musste. Dieses neue Gerinne besteht zuvörderst im Kanalboden aus einer eisenbewährten 0,50 m hohen Betonschichte; als deren

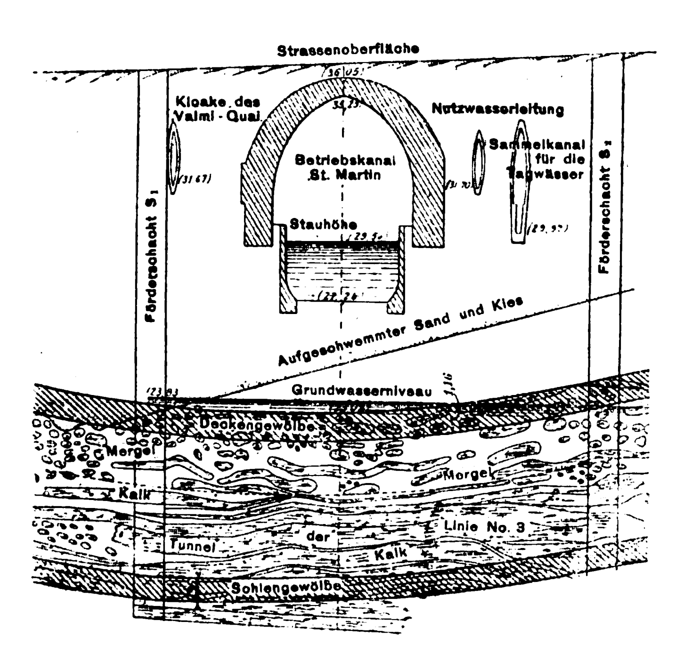


Fig. 53.
Querschnitt der Kreuzung der Linie No. 3 mit dem St. Martin-Kanal.

Eisenverstärkung dienen 6 mm starke, der Kanalachse parallel in Abständen von 0,20 m ausgespannte Drähte, die über quer durch 12 mm starke 0,10 m auseinanderliegende Drähte vergittert und mit ebenfalls querlaufenden 30 mm starken Rundeisen, die um 0,30 m tiefer liegen, durch Drahtbügel verankert sind. Um diese Arbeit im Kanalgerinne ausführen zu können, hatte man vor und hinter dem betreffenden Teile des Kanals das Wasser erst durch Dammeinbauten vollständig abschliessen und das trockenzulegende Stück auspumpen müssen. Gelegentlich dieser Herstellung

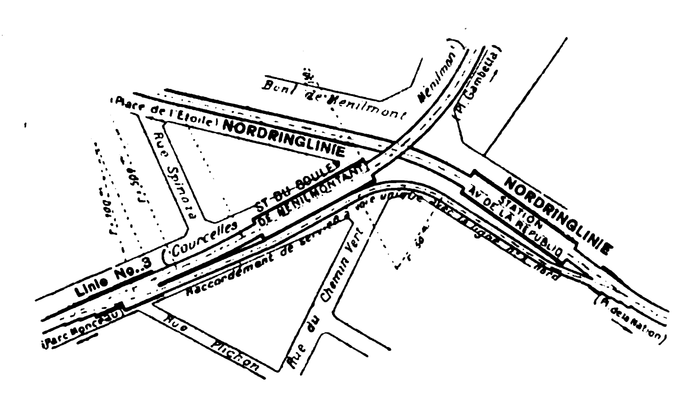


Fig. 54.
Lageplan der Kreuzung der Linie No. 3 mit der Nordringlinie im km 6,2850.

des undurchlässigen Gerinnebodens erhielten die beiden Seitenwände des Kanalbettes gleichzeitig auch eine bogenförmige Verstärkung ihrer Füsse und die Mauern selbst wurden durch Einspritzen von Zementmörtel zwischen Mauerwerk und Seitengrund, sowie durch eine dicke, ebenfalls durch ein Gitter aus 6 und 15 mm starken Drähten gesicherte Zementmörtelschale an den seitlichen Innenwänden des Gerinnes wasserdicht gemacht.

An einer zweiten Begegnungsstelle der Nordringlinie mit der Linie No. 3, beim Kilometer 6,2850, übersetzt die letztere die erstere, wie es Fig. 54 ersehen lässt, bogenförmig in einem ziemlich spitzen Winkel. Die Achsen der beiden Tunnelle besitzen an der Kreuzungsstelle einen Höhenunterschied von 8,32 m und dieser Umstand sowie die günstige Beschaffenheit des Untergrundes gestattete es, die Kreuzung ohne weitere Sicherungseinbauten auszuführen, abgesehen von einer mässigen Verstärkung, welche das Mauerwerk an den massgebenden Stellen der laufenden Tunnelle erhalten wird. Gleich zunächst des Kreuzungspunktes befindet sich auf der Nordringlinie die Station Avenue de la République und auf der Linie No. 3 die Station Boulevard de Menilmontant, von denen die erstgenannte im Tunnel und die letztere in einem gedeckten Einschnitte liegt. Vor bezw. hinter diesen Stationen stehen die beiden Linien für Rangier- und sonstige Dienstzwecke

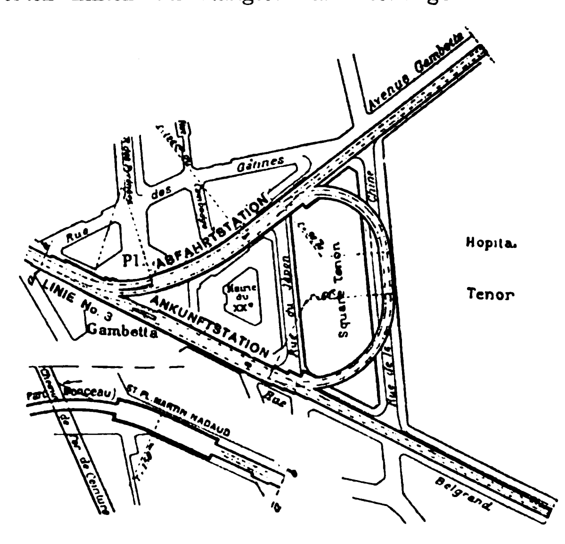


Fig. 55.
Lageplan der Endstation „Place Gambetta“.

durch eine eingleisige Tunnelstrecke miteinander in Verbindung; ausserdem werden auch die Bahnsteige dieser beiden Nachbarstationen durch unterirdische Gänge und Stiegen so verbunden, dass die Fahrgäste das Umsteigen aus den Zügen der einen Linie in jene der anderen bequem bewerkstelligen können, ohne erst auf die Strasse emporsteigen zu müssen.

Hinsichtlich des Endbahnhofes der Linie No. 3 an dem Place Gambetta hat man erst unmittelbar vor der Fertigstellung des endgiltigen Projektes eine Aenderung vorgenommen und sich für die in Fig. 55 gekennzeichnete Anordnung entschieden. Das deltaförmige Ende und die Trennung der Station in zwei abgesonderte Anlagen eine für die „Abfahrt“, die andere für die „Ankunft“, war allerdings schon ursprünglich in gleicher Weise vorgesehen, doch sollte das Dienstgleis unter der Rue du Japon hergestellt werden und der betreffende Bogen — sowie dies noch in Fig. 40 angedeutet erscheint — kleiner werden und die verkehrte Krümmungsrichtung des jetzigen Dienstgleises erhalten. Das Umkehren der Züge hätte nach diesem älteren Plane immer nur durch Vorfahren bis in das Schenkelende des Deltas und durch Zurückschieben übers Dienstgleis in den andern Deltaschenkel erfolgen müssen. Es wären also zur Regelung des laufenden Zugverkehrs in der Endstation mindestens zwei ständige Weichensteller erforderlich und die ganze Verschiebung einigermassen schleppend geworden. Deshalb wurde denn auch von Seiten der betriebsführenden Metropolitanbahn-Gesellschaft gegen die geschilderte Anlage Einspruch erhoben und die Herstellung einer geschlossenen Kehrschleife verlangt, wie solche auf allen übrigen Endbahnhöfen angeordnet sind. Diesem Begehren wurde entsprochen und hat man auf diese Weise für mässig erhöhte Baukosten nicht nur dem Zugverkehr einen wertvollen Vorschub geleistet, sondern zugleich die Gleise in den beiden Deltaschenkeln für die Aufstellung von Vorratwagen usw. frei verfügbar gemacht, was natürlich dem Betriebe ebenfalls von wesentlichem Nutzen sein wird.

Verhältnismässig sehr wichtige und zugleich kostspielige Vorarbeiten sind durchzuführen gewesen, um der Linie



No. 3 ihren unterirdischen Weg frei zu machen, denn es mussten zu diesem Zwecke erst eine grössere Zahl und sehr ausgedehnte Strecken von Gasleitungen, Wasserleitungen und Abfuhrkanälen angelegt werden. Durch den Umstand, dass die Linie No. 3 ihren Verlauf unter der Rue Auber nahm, war beispielsweise die Pariser Gasgesellschaft genötigt, die aus zwei einmetrigen Rohrleitungen bestehende Hauptleitung, welche längs dieser Strasse verlief und das Verbrauchsgas von Clichy nach den grossen Boulevards führte, zu beseitigen und auf einem Umwege neu anzulegen. Diese neue Leitung übersetzt, nachdem in der Rue d'Anjou die beiden Rohre zu nur einem gemeinsamen vereinigt wurden, an der Ecke der Rue de Rom den Tunnel der Stadtbahnlinie No. 3 und geht weiter über den Boulevard Haussmann bis zum Opernplatz, dann durch die Rue Halevy, um sich schliesslich unter der Avenue de l'Opéra, nachdem sie ein zweitesmal die Stadtbahnlinie No. 5 übersetzt, mit der alten Hauptgasleitung wieder zusammenzufinden. An der Uebergangsstelle nächst der Rue de Rom liegt aber die Eisenbahnlinie nicht tief genug, um für die oberste Kante des Gasrohrs noch die gebotene geringste Anschüttungshöhe von 0,40 m bis zur Strassenpflasterung zu gewähren, weshalb man an dieser Stelle durch einen Ausschnitt im Deckengewölbe des Tunnels Platz schaffen musste. Es wurde an der Kreuzungsstelle in das Gewölbmauerwerk eigens ein breiter eiserner Ring, ein Muff eingebaut, wo man späterhin das übersetzende Rohr der Gasleitung einfach durchzustecken brauchte und dieses sich tief genug befindet, um den diesfälligen Anforderungen zu entsprechen, ohne das Tunnelprofil der Eisenbahnlinie zu stören. Ein ähnlicher Fall tritt auch an einer andern Uebersetzungsstelle, nämlich zunächst des Opernplatzes zu Tage, wo man der unzureichenden Höhe wegen sich zuvörderst genötigt sah, statt der einmetrigen Rohre je zwei Rohre von 0,70 m in Verwendung zu nehmen und für dieselben im Deckengewölbe des Eisenbahntunnels ringförmige Einkerbungen zur Versenkung der Rohre vorzusehen. Die vorstehend in Betracht gezogene Verlegung der Hauptgasleitung von Clichy hat allein einen Mehraufwand von 200000 Frank ergeben, welcher natürlich lediglich der Stadtbahn zur Last fällt.

Für die Verlegung und Umgestaltung von Gas- und Wasserleitungen stellen sich die Kosten auf 760000 Frank; besondere Schwierigkeiten ergaben sich auch in Beziehung der Wasserleitungen an jenen Stellen, wo die Eisenbahnlinie seicht verläuft und daher für die ersteren nur geringe Tiefen zur Verfügung stehen. In diesen Fällen sind die Wasserleitungen in flache Zementgerinne gelegt und unmittelbar unter dem Strassenpflaster mittels eisenarmierter Zementplatten abgedeckt worden; sie werden vielfach, wie z. B. namentlich auf dem Opernplatze, so niedrig, dass kaum ein Mann zur Vornahme der Ausbesserungen oder zur einfachen Nachschau durchzukriechen vermag.

Sehr reichlich waren auch die Verlegungen und Umgestalten oder Sicherungen, welche sich hinsichtlich der im Wege liegenden Sammel- und Abflusskanäle des städtischen Kloakennetzes als geboten herausstellten. Die bedeutendste dieser Arbeiten bildet jene beim Hauptsammelkanal von Clichy nächst der Kreuzung an der Rue Auber. Eine Umlegung dieser Hauptkloake, deren Kosten sich allein auf 1370000 Frank belief, war bereits bei Erbauung der Linie No. 1 notwendig und schon damals durchgeführt worden. Die späterhin wegen der weiter oben besprochenen Kreuzung notwendigen Arbeiten nächst der Rue Auber sowie die anderweitig lediglich auf das Konto der Linie No. 3 entfallenden aussergewöhnlich zahlreichen Kanalverlegungen usw. werden annähernd 2 Millionen Frank Kosten verursachen.

Die voraussichtlichen Gesamtkosten der Stadtbahnlinie No. 3 stellen sich wie folgt:

Für Vorarbeiten an Gas- u. Wasserleitungen	760000	Frank
„ „ „ Kanälen	200000	„
Eigentliche Baukosten	14000000	„
Wiederherstellung der öffentlichen Wege	300000	„
Personal und Ueberwachungskosten sowie Unvorhergesehenes	2240000	„
zusammen	17500000	Frank

Da nun die nutzbare Länge der in Rede stehenden Linie 7485 m beträgt, so ergibt sich der Durchschnittspreis für das laufende Meter mit 2646 Frank, der dem Einheitspreis von 2646 Frank, welchen die zuerst erbaute Hauptlinie No. 1 (Porte Maillot—Porte Vincennes) ergeben hat, ziemlich nahe kommt, hinsichtlich der Kosten für das laufende Meter der beiden Ringlinien — d. i. 2811 Frank auf der Nordringlinie und 3095 Frank auf der Südringlinie — sich aber beträchtlich billiger herausstellt. Dieser günstige Preisunterschied ist auch vorliegendenfalls lediglich wieder auf den Umstand zurückzuführen, dass in der Stadtbahnlinie No. 3 keine oberirdischen Strecken vorhanden sind, die sich in Paris, wie es die Nordringlinie und noch auffälliger die Südringlinie nachweist, namhaft kostspieliger herausstellen, als die unterirdischen (vgl. *A. Dumas* in „Le Génie civil" v. 11. April 1903).

Eigenschaften und Herstellung der Kalksandsteine.

Von Dr. **Gustav Rauter**.

(Fortsetzung von S. 577 d. Bd.)

3. Herstellung der Kalksandsteine.

Wir kämen nunmehr zur Beschreibung derjenigen Verfahren, nach denen die Kalksandsteine in der Praxis hergestellt werden. Ueber die allgemeinen Grundsätze in dieser Beziehung haben wir schon im theoretischen Teil dieses Aufsatzes gesprochen und gefunden, dass man im allgemeinen zwei Herstellungsverfahren, nämlich einmal die Erhärtung unter Hochdruck, sodann diejenige unter Niederdruck unterscheidet, von denen die erstere hauptsächlich in Betracht kommt. Jedoch bildet das Härten der Kalksandsteine nicht allein das, was besonders wichtig ist, sondern es sind ebensowohl auch die diesem Vorgang vorhergehenden Teile der Fabrikation für das Erzielen eines guten Fabrikates äusserst einflussreich.

Sowohl Kalk wie Sand sind für die Herstellung des Kalksandsteingemisches gut vorzubereiten, wobei namentlich darauf zu sehen ist, dass das Gemisch so gleichförmig ist, wie immer möglich, um hierdurch den höchsten Grad der Einwirkung des Kalkes auf den Sand zu erzielen. Auch darf das Gemisch nicht zu trocken sein, um eine Gewähr dafür zu bieten, dass auch in der Tat aller Kalk vollkommen gelöscht, das heisst, in Kalkhydrat verwandelt ist. Andererseits darf es aber auch nicht zu nass sein, damit die Masse nach dem Formen nicht auseinander fliesst.

Das Löschen des Kalkes kann auf verschiedene Weise geschehen. Die älteste Art und Weise, Kalk zu löschen, die auch von den Maurern gewöhnlich benutzt wird, ist das sogenannte Nasslöschen, wobei man ihn in Gruben mit Wasser übergiesst und hierin zum Zweck möglichst vollständiger Aufschliessung recht lange lagern lässt. Dieses Verfahren erfordert viel Zeit und bietet trotzdem keine Bürgschaft für die Erzielung eines gleichmässigen Produktes. Da es ausserdem so viel Wasser in den entstehenden Kalkbrei hineinbringt, dass dieser selbst mit noch so viel Sand keine formbare Masse geben kann, so ist es von vorneherein für die Kalksandsteinherstellung ungeeignet.

Man ist deshalb hier darauf angewiesen, ein Verfahren zu wählen, bei dem die Menge des verwendeten Wassers auf ein möglichst geringes Mass eingeschränkt wird, sich also der Trockenlöschung des Kalkes zu bedienen. Das älteste dieser Verfahren besteht darin, dass man den Kalk, den man in Körbe gefüllt hat, in ein Gefäss mit Wasser eintaucht. Man lässt ihn einen Augenblick darin verweilen und zieht ihn wieder heraus. Alsdann schüttet man ihn in Kästen und lässt ihn hier zur weiteren Verwendung stehen. Diese Art des Kalklöschens ist schon seit sehr langer Zeit üblich, eignet sich aber für den vorliegenden Zweck auch nicht, da sie keine

Bürgschaft dafür bietet, dass der Kalk auch durch und durch gelöscht ist, vielmehr immer noch ungelöschte Stücke zwischen dem richtig gelöschten Kalk ergibt. Dies ist namentlich dann der Fall, wenn es sich um nicht ganz reine Kalksorten handelt.

Um demgegenüber die Menge von Kalk und Wasser gegenseitig genau abzumessen, auch ein besseres Durcharbeiten beider zu erzielen, bedient man sich neuerdings immer mehr eines Löschverfahrens, wobei der Kalk in einer mehr oder weniger geschlossenen Trommel mit einer abgemessenen Menge Wasser behandelt wird. Hier ist zunächst die Trommel nach *Olschewsky* in Berlin, D. R.-P. 109555, zu erwähnen. Diese besteht aus einem sich um seine wagerecht liegende Achse drehenden Zylinder, in den Kalk nnd Wasser in der berechneten Menge eingebracht werden. Es werden dann die Oeffnungen der Trommel geschlossen und diese in Drehung versetzt. Hierbei entwickelt sich bald eine grosse Wärme und entsprechend ein starker Dampfdruck, und der Kalk wird vollständig abgelöscht.

Bei einer anderen Ausführung einer Kalklöschtrommel, D. R.-P. 130501 von Gebrüder *Forstreuter* in Oschersleben, dreht sich diese um eine schräg in ihr liegende Achse. Auch hier werden Kalk und Wasser in berechneter Menge eingegeben und die Trommel zur Erzielung gleichmässigen Durchlöschens in Bewegung gesetzt. Um nun aber ein zu starkes Ansteigen des Dampfdruckes zu verhüten, auch nicht genötigt zu sein, zu seiner Verminderung ein Ventil öffnen oder offen halten zu müssen, somit Verluste an Wasser zu erleiden, ist an die Löschtrommel noch ein Kühler angeschlossen, der mit ihr durch zwei Rohre in Verbindung steht. Durch das eine dieser Rohre gelangen die beim Kalklöschen sich bildenden Dämpfe in ihn hinein und werden hier durch Oberflächenkondensation verdichtet, sodass sie durch das andere Rohr als heisses Wasser wieder in die Trommel zurückfliessen. Andererseits erwärmt sich hierbei aber auch das im Kühler befindliche Kühlwasser bis nahe auf seine Siedetemperatur. Diese Wärme wird dann bei der nächsten Beschickung der Trommel nutzbar gemacht, indem das Kühlwasser nunmehr zum Kalklöschen dient und der Kühler selbst mit frischem Wasser beschickt wird. Der aus dieser Kalklöschtrommel herauskommende Kalk ist von so staubfeiner Beschaffenheit, dass er ohne Pulverisierung sofort verarbeitet werden kann.

Auch geschieht das Löschen des Kalkes öfters in einer von aussen mit Dampf beheizten Trommel, um auf diese Weise die durch das Kalklöschen an und für sich schon entstehende Wärme noch weiter zu vergrössern; indessen dürfte eine besondere Heizung mit Dampf wohl überflüssig sein und vielleicht nur da einen Vorteil bieten, wo man den Kalk nicht für sich allein, sondern in schon mit Sand gemischtem Zustande löscht, weil man eine gute Durchmischung von Kalk und Sand gerade schon während des Löschvorganges erzielen will.

Eine andere Art und Weise, ein Ablöschen des Kalkes unter Druck zu erreichen, besteht in einer Verbindung des Kalklöschens mit dem Erhärten der Kalksandsteine unter Hochdruck. Wie wir nachher sehen werden, werden nämlich die fertigen Kalksandsteine bei diesem Verfahren auf eisernen Wagen in die Hochdruckkessel eingeschoben. Hierbei bleibt unter der Plattform des Wagens noch eine ziemliche Menge freien Raumes, die Gelegenheit bietet, hier die Kalklöschkästen mit einzuschieben. Auch dieses Verfahren ist in verschiedenen Formen ausgeführt worden. Man kann zunächst die Kästen vollständig verschliessbar machen, sodass sie zwar aussen vom Dampf geheizt werden, aber in den Kesselraum keinen Dampf abgeben können. Dies bietet indessen keine Vorteile, setzt dagegen die Kästen der Gefahr aus, durch den in ihrem Innern sich entwickelnden Dampfdruck gesprengt zu werden, und dürfte daher kaum im Betriebe durchgeführt worden sein. Man kann ferner auch die Kästen offen lassen, sodass der aus ihnen sich entwickelnde Dampf mit zu dem Erhärtungsvorgang in den Kesseln beitragen kann. Man kann sie weiter schon von vorneherein ausser dem Kalk noch mit dem nötigen Wasser beschicken, oder man kann das Wasser durch in den Kessel eingesetzte Rohre nach Aufsetzen des Deckels nachträglich in die Kalklöschkästen einfliessen lassen.

Die Kästen können an den die Steine tragenden Wagen ein für allemal befestigt oder mittels besonderer Vorrichtungen unabhängig von den Wagen in die Erhärtungskessel eingeführt werden, falls man diese nicht noch durch das Gewicht der Kalkkästen belasten will. Im allgemeinen muss jedoch gesagt werden, dass die Verbindung des Kalklöschens mit dem Erhärten der Steine diese beiden Teile der Fabrikation in zu enger Weise aneinander bindet, und dass es jedenfalls zweckmässiger sein dürfte, den Raum der Härtekessel statt dessen durch möglichst vorteilhaftes Aussetzen mit Steinen gut auszunutzen.

Hat man nun auf einem der vorbeschriebenen Wege einen gut gelöschten Kalk erzielt, wovon im allgemeinen das Ablöschen in sich drehender Trommel wohl der geeignetste sein dürfte, so wird es nicht nötig sein, den Kalk noch weiter zu zerkleinern. Hat man ihn dagegen nicht schon durch das Löschverfahren in genügend feiner Form erhalten, so wird es vielfach nötig werden, ihn durch Absieben von gröberen Steinen zu befreien, und ihn ausserdem noch durch eine Kugelmühle oder dergleichen genügend zu verteilen.

Es ist ferner vielfach vorgeschlagen worden, dem Kalk den nötigen Sandzusatz ganz oder teilweise schon vor dem Ablöschen zu geben, in der Absicht, beim Durcharbeiten von Kalk, Sand und Wasser durch die Reibung der Sandkörnchen an den Kalkstücken eine feinere Verteilung des Kalkes zu erzielen. Jedoch dürfte es jedenfalls wohl besser sein, den Sand erst nach beendigtem Ablöschen dem Kalk zuzumischen, besonders wenn man bedenkt, dass es sich als vorteilhaft herausgestellt hat, das Ablöschen des Kalkes bei möglichst hoher Temperatur zu bewerkstelligen. Durch den Zusatz von Sand, der an der chemischen Umsetzung des Kalklöschens nicht teilnimmt, wird natürlich die entstehende Temperatur vermindert und so die Gründlichkeit der Durchlöschung herabgesetzt.

Es ist auch nötig, darauf hinzuweisen, dass es nicht nur erforderlich ist, den Kalk gleichmässig mit dem Wasser in Berührung zu bringen, sondern dass es auch erforderlich ist, wenigstens soviel Wasser zuzugeben, dass der Kalk vollständig in das normale Kalkhydrat von der chemischen Zusammensetzung $Ca\,(OH)_2$ übergeführt wird. Es ist festgestellt, dass es auch Kalkhydrate gibt, die weniger Wasser enthalten, als es dem normalen Hydrat zukommt, z. B. solche von der Zusammensetzung $Ca_2O\,(OH)_2$. Solche Kalkhydrate entstehen bei zu wenig Wasserzusatz und benutzen nachher die Gelegenheit, wenn sie im Härtekessel mit Dampf in Berührung kommen, aus diesem weiteres Wasser zu ihrer vollständigen Hydratisierung aufzunehmen, sodass dann also ein weiteres Ablöschen des bereits in den fertig geformten Kalksandsteinen enthaltenen Kalkes und damit ein Treiben und unter Umständen eine Zerstörung der Steine eintreten. Es gehen dann Vorgänge vor sich, die etwa nach folgender Gleichung verlaufen:

$$Ca_2O\,(OH)_2 + H_2O = 2Ca\,(OH)_2.$$

Andererseits ist natürlich aber auch jeder unnötige Ueberschuss an Wasser zu vermeiden, damit nicht statt einer eben noch formbaren Masse ein Brei erhalten wird.

Die feine Verteilung des Kalkes in dem Sande, der den Hauptbestandteil der Kalksandsteine ausmachen soll, wird, wie bereits angedeutet, namentlich auch durch die Wahl des Kalkes gefördert, als welchen man am besten möglichst reinen, sogenannten Fettkalk nimmt. Namentlich für das Hochdruckhärtungsverfahren ist es durchaus erforderlich, recht reinen Kalk zu nehmen, der womöglich seiner ganzen Masse nach befähigt ist, in hydratisiertem Zustande auf den Sand aufschliessend zu wirken. Ob der Kalk aus Kalkstein, Kalktuff, Muschelkalk oder Kreide gewonnen ist, dürfte bei gleicher chemischer Zusammensetzung der betreffenden Kalke im allgemeinen wohl gleichgültig sein.

Dagegen scheint es sich bei Verwendung der Niederdruckdampferhärtung als vorteilhaft gezeigt zu haben, einen sogenannten Schwarzkalk zu wählen, der mehr oder weniger tonerdereich ist. Dieser enthält nämlich alsdann eine gewisse Menge von Silikaten des Kalkes und der Tonerde, die durch die Einwirkung des heissen Wasserdampfes sich in Hydrosilikate verwandeln und dadurch neben der aufschliessenden Wirkung des Kalkes selbst noch zur Verkittung der Sandkörner und damit zu ihrem festeren Zusammenschlusse beitragen. Bei der wesentlich niedrigeren Temperatur der Niederdruckdampferhärtung ist nämlich auch die Wirkung des Kalkes auf den Sand nicht nur bedeutend langsamer, sondern auch, im ganzen genommen, bedeutend weniger stark, als es bei Hochdruckerhärtung der Fall ist.

Es ist somit bei Niederdruckerhärtung wünschenswert, sich inbezug auf die Verkittung der Sandkörner nicht ganz allein auf die Wirkung des Kalkes auf den Sand zu verlassen. Aus dem nämlichen Grunde empfiehlt es sich hier auch in dem Falle, dass man mit einem reineren Kalke arbeitet, auch der verwendete Sand nicht etwa tonhaltig sein sollte, einen Zusatz von einigen wenigen Prozenten von Ton zum Sande zu geben.

Dagegen ist der magnesiahaltige Kalk, Graukalk oder Dolomitkalk, für die Kalksandsteinherstellung nicht zu empfehlen. Die Magnesia besitzt nämlich eine weit geringere Fähigkeit, auf Sand zu wirken, als es beim Kalk der Fall ist. Ferner vermag sie auch nicht, wie die Tonerde des Schwarzkalkes, sich in anderer Weise an den Umsetzungen zu beteiligen, die zur Erzielung eines Steines von genügender Festigkeit führen. Würde man andererseits von magnesiahaltigem Kalk so viel verwenden, dass die in ihm enthaltenen Mengen an nutzbarem Kalk an und für sich schon genügen würden, zur Verkittung der vorhandenen Sandteilchen zu dienen, so wäre doch die durch das Mitschleppen des Ballastes an Magnesia erforderlich gewordene Vermehrung des Volumens an Kalk ein Hindernis für die Erzielung eines guten und von Anfang an die nötige Festigkeit besitzenden Kalksandsteins. Denn nicht nur wird die eintretende Aufschliessung des Sandes durch die Anwesenheit der Magnesia verlangsamt, sondern es gelangt dadurch auch ein zu grosser Prozentsatz an einem Bestandteil in den Stein, der nicht die erforderliche Festigkeit besitzt. Dies Letztere würde sich freilich mit der Zeit allmählig wieder ausgleichen, wenn nämlich der Stein lange genug der Luft ausgesetzt gewesen ist und die nötige Kohlensäure zur Verwandlung des Magnesiahydrates in kohlensaure Magnesia aufgenommen hat.

Der zweite Rohstoff zur Kalksandsteinfabrikation ist der Sand, über dessen Erfordernisse in chemischer Hinsicht bereits im ersten Teil dieses Aufsatzes einiges mitgeteilt worden ist. Im allgemeinen ist er der am leichtesten zu beschaffende Bestandteil der Steine. Er wird vielfach, so wie er aus der Grube kommt, in die Fabrikation eingeführt, abgewogen und mit der gleichfalls abgewogenen Menge an Kalk gemischt. Vielfach ist es nötig, ihn zu sieben, um ihn von Steinen oder dergleichen zu befreien. Baumwurzeln, Tonknollen usw. sind ebenfalls durch Absieben oder Auslesen zu entfernen. Meistens hat der Sand einen gewissen Betrag an Feuchtigkeit, sodass es vielfach empfehlenswert ist, um seine Menge stets richtig bemessen zu können, sich von seinem jeweiligen Wassergehalt durch eine Trockenprobe zu überzeugen. Es ist auch vorgeschlagen worden und wird öfters ausgeführt, den Sand vor seiner Verwendung vollständig zu trocknen, um so stets genau die richtige Menge von wirklichem Sand für das Kalksandsteingemisch abmessen zu können. Es dürfte ein solches Verfahren jedoch wohl unnötig sein, wenn es sich nicht um ganz besonders nassen Sand handelt, der mehr Wasser mit sich führt, als der Festigkeit des Kalksandsteins gut ist.

Das Trocknen des Sandes geschieht nach einem Verfahren, bei dem man ihn in einem Trockenturm herabrieseln lässt, der durch die Abwärme des Dampfkessels geheizt wird. Andere trocknen den Sand in sich um eine wagerechte Achse drehenden und von innen beheizten Trommeln, während wohl bei der Mehrzahl der Fabriken der Sand ohne Trocknung verwendet wird. Gelegentlich wird, wie bereits bemerkt, dem Sand noch ein gewisser Tonzusatz gegeben. Es ist natürlich notwendig, diesen Tonzusatz möglichst fein zu verteilen, damit er nicht etwa Klumpen bildet und somit die betreffenden Steine unbrauchbar macht.

Auch die färbenden Stoffe, falls man etwa gefärbte Kalksandsteine herstellen will, werden dem Sande beigemischt. Es kann sich hier natürlich nur um solche Farben handeln, die vollständig beständig gegen heissen Wasserdampf, gegen Kalk, gegen Auswaschen durch Wasser und gegen Licht sind, sodass also nur eine geringe Zahl von Mineralfarben in Betracht kommt. Ausserdem wird dann noch verlangt, dass die Farben eine derartige Färbekraft besitzen, dass sie selbst in den allergeringsten Mengen dem Stein noch die gewünschte Färbung zu erteilen vermögen. Im Anfang der Kalksandsteinfabrikation war man mit den in dieser Hinsicht erzielten Erfolgen wenig zufrieden. Man konnte oft die Erfahrung machen, dass die Farben entweder schon im Härtekessel mehr oder weniger zerstört wurden, oder dass sie in den fertig vermauerten Steinen bald durch die Einflüsse von Sonne und Regen ausgebleicht wurden. Jedoch scheint man jetzt in der Lage zu sein, dauerhaftere Farben herstellen zu können. Im Uebrigen ist diese Frage von nur geringer Wichtigkeit, zumal eigentlich kein Bedürfnis vorliegt, Kalksandsteine zu färben. Werden die Steine zu Hintermauerungszwecken gebraucht, so kommt ihre Farbe nicht in Betracht. Handelt es sich dagegen um Steine, die nach dem Vermauern sichtbar bleiben sollen, so ist wiederum die schöne weisse Farbe des Kalksandsteins jedenfalls einer künstlich erzeugten anderweitigen Färbung vorzuziehen. Uebrigens werden auch vielfach die Steine an bereits fertig aufgeführten Kalksandsteinbauten noch nachträglich gefärbt oder vielmehr angestrichen, um den betreffenden Bauten eine beliebige Musterung geben zu können.

Das Vermischen des Kalks mit dem Sande kann nach zwei verschiedenen Grundsätzen vorgenommen werden. Zunächst kann man beide Materialien vor dem Löschen des Kalkes mischen; dies ist jedenfalls weniger zu empfehlen, sodass hier in erster Linie nur das Vermischen beider Stoffe nach dem Löschen des Kalkes in Betracht kommt. Hier ist nun eine sehr grosse Anzahl von verschiedenen Mischapparaten konstruiert worden, als welche hauptsächlich Mischtrommeln und Kollergänge dienen. Im Anfang legte man einer recht gleichmässigen Durchmischung der Materialien nicht den genügenden Wert bei; jedoch zeigte sich mehr und mehr, dass hierauf ausserordentlich viel ankommt. Indess spielt auch hier die Beschaffenheit der Rohstoffe eine gewichtige Rolle, indem schon von vorneherein ganz feinpulveriger Kalk und ganz trockener reiner Sand natürlich viel leichter miteinander zu vermischen sind, als ein etwas gröberer Kalk und Sandsorten, die Krümel und Klümpchen enthalten. Während für Materialien der ersten Art Mischtrommeln ausreichen dürften, wird man bei Rohstoffen der zweiten Art sich eines Mischkollerganges zu bedienen haben. Man war früher gegen die Verwendung von Kollergängen ausserordentlich misstrauisch, nachdem man an verschiedenen Stellen damit schlechte Erfahrungen gemacht hatte. Jedoch zeigte es sich, dass dieses Misstrauen mehr durch eine falsche Wahl, als in dem System an sich begründet war. Man darf nämlich nicht Kollergänge nehmen, die etwa zur Zerkleinerung von Quarz oder zu dergleichen Zwecken dienen, wo es sich nur darum handelt, ein in gröberen Stücken eingeworfenes einheitliches Material zu einem mehr oder weniger feinen Pulver zu zerdrücken. Man muss vielmehr einen Kollergang derart nehmen, dass dieser nicht nur zerdrückend, sondern auch mischend wirkt, und dessen Rührvorrichtung namentlich so konstruiert ist, dass sie das Material immer wieder unter die Bahn der Läufer schiebt.

Bedient man sich dagegen eines Mischers, so muss man ebenfalls darauf achten, dass das verwendete System den unter den vorliegenden Verhältnissen daran zu stellenden Anforderungen entspricht. Man muss bedenken, dass Sand ein recht hartes und in vielen Fällen auch recht scharfkörniges Material ist, das die Mischflügel in verhältnismässig kurzer Zeit abzunutzen im Stande ist. Man wird also die Mischtrommel womöglich nicht mit innen liegenden Flügeln ausrüsten, sondern sie etwa als um eine schräg hindurchlaufende Achse sich drehenden Zylinder gestalten. Ist andererseits der verwendete Sand nicht scharfkörnig, sondern rund, so wird natürlich die Abnutzung keine so grosse Rolle spielen, also unter Umständen auch die Verwendung von mit Flügeln konstruierten Mischern in Erwägung gezogen werden können. Indessen ist hier wiederum der Umstand zu berücksichtigen, dass scharfkörniger Sand durch seine scharfen Kanten dem Kalk gegenüber bis zu einem gewissen Grade selbst zerkleinernd und verteilend auftritt, was bei rundkörnigem Sand nicht in diesem Masse der Fall ist. Handelt es sich also um rundkörnigen Sand und grobkörnigen Kalk, so wird man doch wohl am besten sich eines Kollerganges zu ihrer Mischung bedienen.

Jedenfalls ist es hier ebensowenig möglich, wie auch in vielen anderen Fällen, bestimmte Normalkonstruktionen als allgemein giltig anzugeben; die Wahl der Apparatur wird sich stets in erster Linie nach dem zu verarbeitenden Material zu richten haben. Würde dieser Gesichtspunkt von den einzelnen Maschinenfabriken und Kalksandsteinfabriken besser

berücksichtigt worden sein, so würden viele üblen Erfahrungen sich haben vermeiden lassen, und andererseits es auch oftmals unterlassen worden sein, günstige Zeugnisse, wie auch absprechende Urteile zu verallgemeinern, die zwar für den betreffenden Fall durchaus berechtigt waren, aber auf andere Verhältnisse angewandt, zu manchen Enttäuschungen und Ungerechtigkeiten führen mussten.

Sind nun Kalk und Sand genügend gemischt, so gelangen sie zu der Steinpresse, die aus der Masse die nunmehrigen Kalksandsteine herstellen soll. Auch mit den Steinpressen sind, ebenso wie mit den Mischern, die verschiedensten Erfahrungen gemacht worden. Sie sind nach den verschiedensten Systemen konstruiert worden, ohne dass man auch hier sagen könnte, dass ein System ein für allemal giltig sei. Die bisher zum Pressen von Zementsteinen oder Schlackensteinen gebräuchlichen Pressen liessen sich nicht ohne weiteres auf die Kalksandsteinfabrikation übertragen, da zur Erzielung eines die nötige Festigkeit besitzenden Kalksandsteines ein viel höherer Druck erforderlich ist, als zur Herstellung jener. Vollends liessen sich auch Ziegelpressen hier nicht anwenden, da bei diesen eine äusserst plastische Masse in Form eines Stranges aus der Presse austritt und dann nur noch durch Drähte in einzelne Teile zerlegt zu werden braucht. Ein derartiges Verfahren ist aber bei Kalksandsteinen nicht durchführbar, weil das Material bei dem geringen hier zulässigen Drucke noch nicht in feste Formen zu bringen ist.

Am ersten waren noch die Vorbilder zu gebrauchen, die durch die Konstruktion der bestehenden Pressen für Flurplatten oder dergleichen gegeben waren, bei denen auch das Material unter ziemlich starken Druck verdichtet werden musste.

Es ist wichtig, die Pressen so zu konstruieren, dass sie der grossen Aufgabe der Massenerzeugung gerecht werden können und dass sie nicht zerstört werden können, wenn gelegentlich einmal irgend ein Hindernis sich einstellt, das die Erzielung eines vorschriftsmässigen Steines unmöglich macht, wenn also einmal die Pressformen zu stark mit Material beschickt werden, oder Steine oder irgend sonst ein harter Körper in sie hineingeraten ist.

Die Pressen müssen also zunächst möglichst automatisch arbeiten, und womöglich keine andere Bedienung erfordern, als nur das Abnehmen der fertigen Steine vom Presstische. Zu diesem Zweck werden letztere meistens drehbar gebaut, sodass das Einfallen des Pressgutes, dessen Verdichtung zu einer zusammenhängenden Masse, das Hochheben des Steines aus der Pressform und dessen Abnahme vom Presstisch an verschiedenen Stellen des Tisches gleichzeitig nebeneinander erfolgen können. Eine derartige Presse wird also im allgemeinen im Viertakt arbeiten, sodass der Presstisch während einer Umdrehung viermal in Bewegung gesetzt wird und viermal anhält. Damit die Steine bei dieser Behandlung nicht durch starke Stösse zerstört werden, was zwischen dem Zeitpunkt des Herausnehmens aus der Pressform und demjenigen des Abnehmens vom Presstische vielleicht der Fall sein könnte, empfiehlt es sich, die Geschwindigkeit der Presstischumdrehung nicht gleichmässig zu machen, sondern sie langsam beginnen zu lassen, sie dann zu steigern und sie dann wiederum nicht ruckweise, sondern allmählich in die Ruhepausen übergehen zu lassen.

Im allgemeinen haben demnach Pressen mit sich drehendem Tisch vier oder zwei mal vier oder mehr Formkästen, je nachdem ein, zwei oder mehr Stempel vorhanden sind. Aber auch bei Pressen mit nicht drehbarem Tisch pflegen sich gewöhnlich mehrere Formen nebeneinander zu befinden.

(Schluss folgt.)

Neuerungen an Fahrrädern.

I. Systeme und Rahmen.

a) Fahrräder mit Fussbetrieb.

Seit der Zeit des letzten Berichtes (D. p. J., 1899, **313**, 87*) hat der Fahrradrahmen in seiner äusseren Form so gut wie keine Veränderung erfahren; nur wird das Scheitelrohr, welches sich im Anfang nach hinten zu neigte und nach und nach wagerecht gelegt wurde, jetzt fast allgemein nach vorne geneigt angeordnet (Fig. 1).

Der Dreiradrahmen dagegen hat insofern eine Veränderung erfahren, als einige Firmen, wie z. B. *Seidel & Naumann* oder die *Brennabor - Fahrradwerke* dieselbe Form wie diejenige der Zweiräder wählen. Fig. 2 zeigt ein nach diesen Prinzipien gebautes Herrenrad, Fig. 5, ein solches für Damen. Um dem ganzen Rahmen ein gefälligeres Aussehen zu geben, kommt bei allen besseren Erzeugnissen Innenlötung zur Anwendung, d. h. die Rohre sind nicht in, sondern über die Muffen (Fittings) geschoben (Fig. 3), wodurch der Rahmen neben gefälligerem Aussehen auch mehr Steifheit und Festigkeit erlangt. Da aber trotz der sorgfältigsten Behandlung ein Verbrennen der Rohre an den Lötstellen nicht ausgeschlossen ist, was dann stets zu unliebsamen Rahmenbrüchen führt, so sind verschiedene Firmen von der Hartlötung ganz abgegangen, und haben zu anderen Verbindungen gegriffen. So verbinden z. B. *Hoyer u. Glahn* in Schönebeck a. E. die Rohre mit den Muffen durch *Einwalzen* (D. p. J., 1896, **302** 251, Fig. 4). *Liepe u. Co.* in Halle a. S. durch *Einpressen* derselben (D. p. J., 1896, **302**, 199, Fig. 12). *R. Roderwald* in Magdeburg dagegen versieht nach seinem D. R.-P. 110326 die Muffen mit Rillen *b*, Fig. 4. Letztere werden mit einer verhältnismässig weichen Metallkomposition ausgefüllt, sodann wird das Rohr *c* stramm über die Muffe *a* geschoben und an den Stellen, wo es über der Metallkomposition liegt, eingedrückt.

Fig. 1.
Zweirad Modell 1903.

Um die Vorderradgabel, welche die heftigsten Stösse erleidet, gegen Reissen und Brechen zu schützen, werden nach dem Verfahren, welches *M. Marcus* in Lichtenberg bei Berlin nach seinem D. R. - P. 118962 vorschlägt, die Kanten der Gabelscheiden nicht wie bisher in den Stossfugen verlötet, sondern die beiden Hälften greifen übereinander, wodurch eine grosse Berührungsfläche für die Lötung entsteht. Wie Fig. 7 zeigt, ist zu diesem Zwecke die Hälfte *a* um die Blechstärke eingefalzt, so dass sich bei der Zusammensetzung die Ränder der Hälfte *b* in diesen Falz legen können. Auf diese Weise ist in der ganzen Lötlinie doppelte Blechstärke erzeugt und hierdurch ermöglicht, unbeschadet der Sicherheit, schwächere Bleche als sonst üblich zu verwenden.

Auch der Gabelkopf wird, um denselben am Brechen zu verhindern, fast allgemein verstärkt. Die *Viktoria-Fahrradwerke A.-G.* in Nürnberg stellen eine besonders haltbare Verbindung der Vorderradgabelscheiden und des Steuerrohres nicht starr mit einander verbunden, sondern wie Fig. 6 zeigt, geht das von der Sattelmuffe nach dem Steuerkopf führende Rohr zwischen den zwei **D** förmigen Rohren hindurch, ohne diese zu berühren.

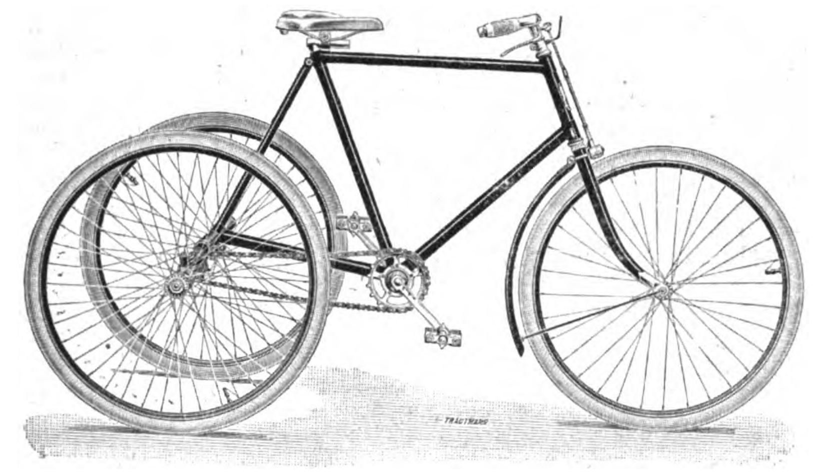


Fig. 2.
Herrendreirad von Seidel u. Naumann.

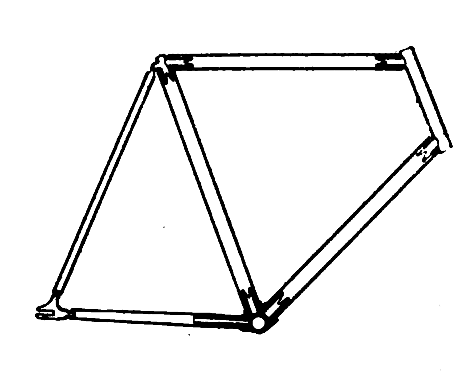


Fig. 3.
Rahmen mit Innenlötung.

mit dem Gabelkopf dadurch her, dass sie nach Fig. 8 alle diese Teile durch grosse Lötflächen untereinander verbinden.

Um die das Fahrrad treffenden Stösse, ehe sie zum Fahrer gelangen, abzuschwächen, werden entweder die Naben, die Vorderradgabel oder die Sattelstütze federnd angeordnet, oder zwischen die Rahmenrohre werden Federn eingeschaltet. Letzteres System hat sich jedoch bis jetzt keinen Eingang in die Praxis verschaffen können. Einen Kreuzrahmen, welcher die Federung durch die Anordnung der Rohrenrahme abgeben soll, baut die *Norddeutsche Metallwarenmanufaktur von Goldschmidt u. Mindus* in Hamburg. Zum Unterschied von demjenigen (D. p. J., 1897, **303**, 225, Fig. 4) sind die sich kreuzenden Rohre am Kreuzungspunkt

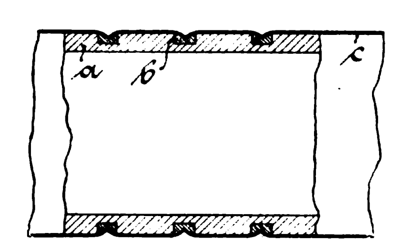


Fig. 4.
Rahmenverbindung von Roderwald.

L. Feuerlein in Nürnberg sucht die Stösse durch einen federnden Gabelkopf (D. R.-P. 106|111) abzufangen. Zu diesem Zweck ist das Gabelrohr *b* (Fig. 9) mit den Gabelscheiden *e* durch eine Reihe paralleler Blattfedern *a* verbunden. Letztere sind unterhalb des Gabelrohres durch einen Stellring *d* zusammengefasst. An ihrem anderen Ende sind diese Federn mit Augen versehen, die über die Gabelscheiden *e* geschoben und dort mittels Stellringen *f* fest-



Fig. 5.
Damendreirad von Seidel u. Naumann.

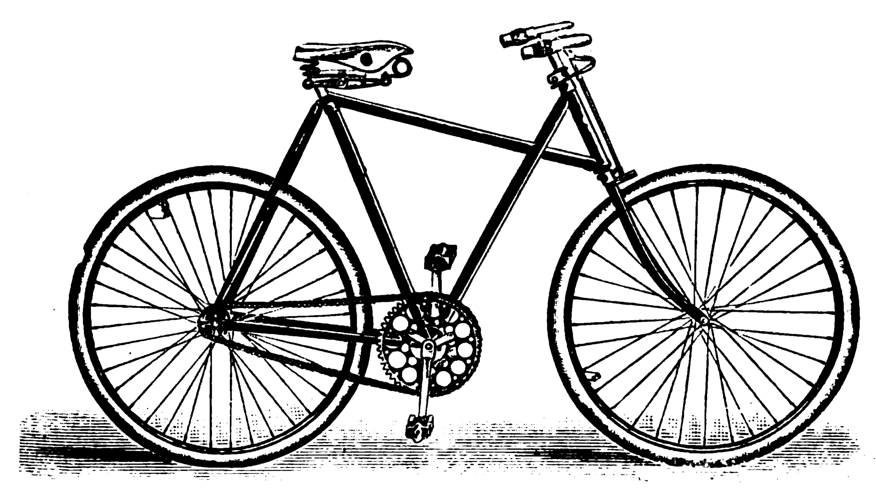


Fig. 6.
Federnder Rahmen von Goldschmidt u. Mindus.

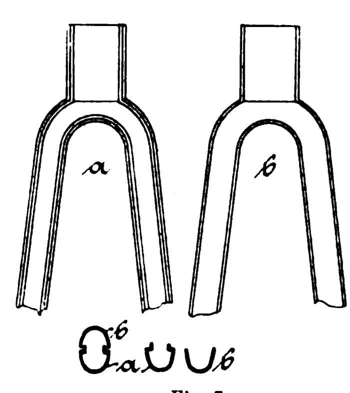


Fig. 7.
Lötverfahren von Marcus.

gehalten werden. Die Anordnung der Federn soll einerseits grosse Steifigkeit des Systems, anderseits einen grossen Hub gewährleisten.

Um die das Fahrrad in senkrechter wie in wagerechter

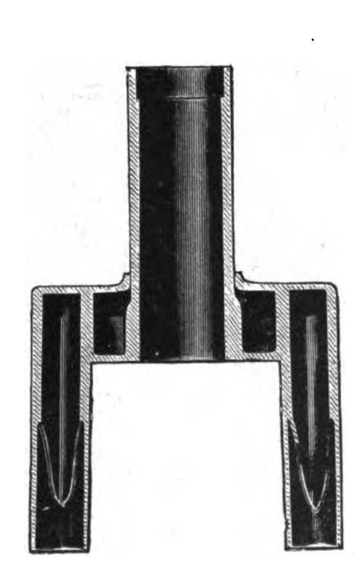




Fig 8.
Verstärkter Gabelkopf der Viktoria-Fahrradwerke A.-G.

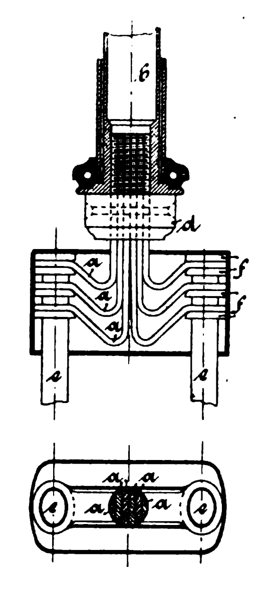


Fig. 9.
Federnder Gabelkopf von Feuerlein.

Richtung treffenden Stösse abzufangen, trifft *A. Schibli* in Baden (Schweiz) nach seinem D. R.-P. 120296 folgende Anordnung: Die Sitzstange *b* (Fig. 10) ist als Bogenstück ausgebildet, zwischen Rollen *c d* und *e f* gelagert und bei *g* gelenkig mit der Schieberstange *h* verbunden. Letztere ist in einer bei *l* auf Zapfen beweglichen Hülse *i* geführt und trägt einen Bund *m*. Zwischen diesem und der Hülse *i* ist die auf Druck wirkende Feder *n* eingeschaltet.

Die Rollen *c d* sind in der Gabelung *o* gelagert, deren Verlängerung in dem Scheitelrohr *p* verschiebbar geführt und durch die in letzteres eingeschobene Druckfeder *q* beeinflusst ist; die Schiebebewegung von *o* wird vermittels des Bolzens *r*, der durch den Schlitz *s* greift, begrenzt. Die Rollen *e f* sind in der Gabelung *u* des Rahmenrohres *t* angebracht.

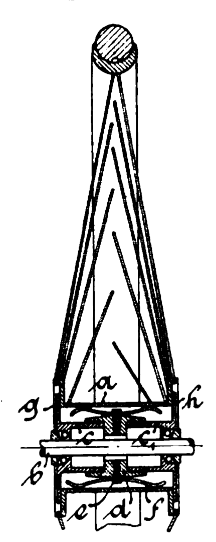


Fig. 11.
Federnde Nabe von Harlow, Stratton u. Groves.

Um die Stösse unmittelbar mit dem Rade abzufangen, ehe sie den Rahmen erreichen, ordnen *Ch. F. Harlow, W. Patterson Stratton* und *Ch. J. Groves* in Boston eine federnde Nabe an. Wie Fig. 11 zeigt, besteht die Neuerung darin, dass zwischen der eigentlichen Nabe *a* und der Achse *b* eine aus zwei Hälften *c* und c_1 gebildete zweite Nabe angeordnet ist, deren beide Teile durch eine Gewindemuffe *d* zusammengehalten werden. Auf letzterer sind mittels Schrauben *e* die Federn *f* befestigt, welche die beiden Naben in ihrer richtigen Stellung zueinander halten. Der zwischen den Naben verbleibende Raum wird durch die Flansche *g* und *h* der zweiten Nabe, welche von den Lagerkugeln getragen wird, abgeschlossen. (D. R.-P. 118344.)

Ausser den fest zusammengefügten Rahmen wurden schon seit längerer Zeit auch solche zum Zusammenklappen oder Auseinandernehmen angefertigt. Eine solche schnell zu lösende und doch sichere Verbindung des Rahmens zeigt Fig. 12, welche *J. H. Barry* in London und *J. Hall* in Westcliffe on Sea (England) durch D. R.-P. 118530 gegen Nachahmung geschützt ist. Die Anordnung besteht darin, dass die eine Hälfte der Rahmenrohre mit Hohlkegel *d* versehen ist, während die andere Hälfte einen entsprechend kegelförmigen Zapfen *c* trägt, der in den Hohlkegel *d* eingreift. An letzterem ist nun ein mit Innengewinde versehener Flansch *i* angebracht, durch den ein schräg nach dem Boden des Hohlkegels gerichteter Schraubenbolzen *s* tritt, der mit seinem Ende in eine Vertiefung des Zapfens *c* greift, wodurch derselbe tiefer, und somit fester in die Hülse *d* eingetrieben wird.

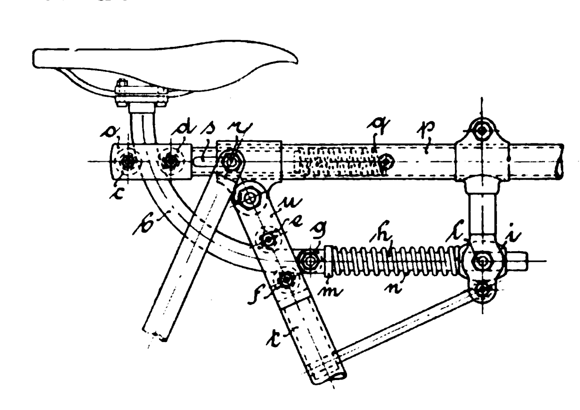


Fig. 10.
Federnde Sattelstütze von Schibli.

Als besondere Neuerung an Zweiräder ist die Freilaufeinrichtung (Free wheel) zu nennen, deren Konstruktionen später in einem besonderen Abschnitt behandelt werden sollen.

Dem Warentransportrad, welches immer mehr in den Verkehr tritt, wurde seitens der Fabrikanten ebenfalls

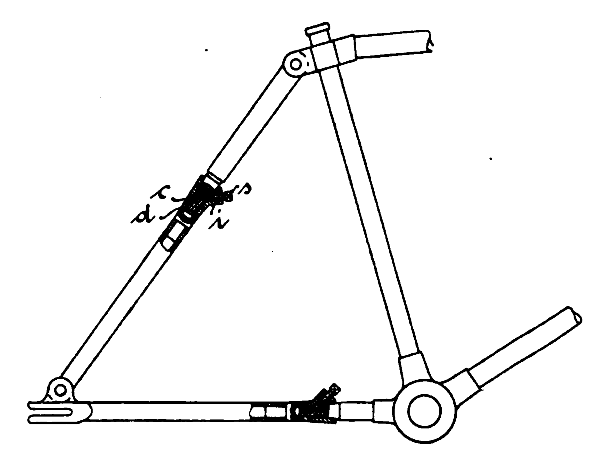


Fig. 12.
Zerlegbarer Rahmen von Barry & Hall.

grössere Aufmerksamkeit zugewendet. Hier wurde der Rahmen, ohne dass sein Aussehen darunter zu leiden hatte, durch Verstreben so verstärkt, dass Brüche nahezu ausgeschlossen sind. So bauen z. B. die *Cito-Fahrradwerke A.-G.* in Köln-Klettenberg für kleinere Transporte ein Zweirad mit über dem Hinterrad angeordneten Kasten. Um dieses zu ermöglichen, ist nach Fig. 13 die Hinterradgabel, an welcher der Kasten mit Streben befestigt ist, entsprechend tief an das Sattelstützrohr angeschlossen. Zwei unter dem Kasten angeordnete Füsse, welche bei der Fahrt hochgenommen werden, dienen dazu, das Rad frei aufstellen zu können. Praktischer im Gebrauch sind jedoch die dreiräderigen Fahrzeuge, wie solche von den meisten

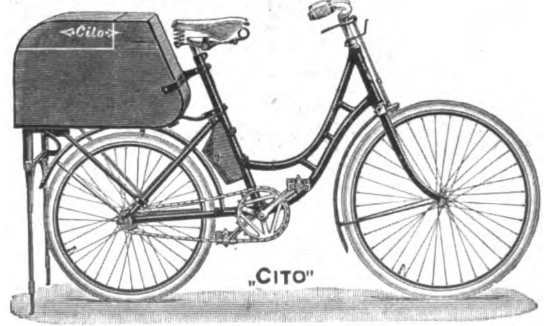


Fig. 13. Transportzweirad der Cito-Fahrradwerke.

Firmen gebaut werden. So zeigt Fig. 14 ein Transportdreirad der *Adler-Fahrradwerke vorm. H. Kleyer* in Frankfurt a. M. welches mit geradem Vorderrahmen und starken seitlichen Verstrebungen des Rahmens mit der auf Federn ruhenden Brücke ausgestattet ist. Das Gewicht beträgt etwa 38 kg und in leichterer Bauart etwa 32 kg. Bei letzterem sind beide Rohre des Vorderrahmens, um das Besteigen zu erleichtern, nach Art der Damenräder geschweift.

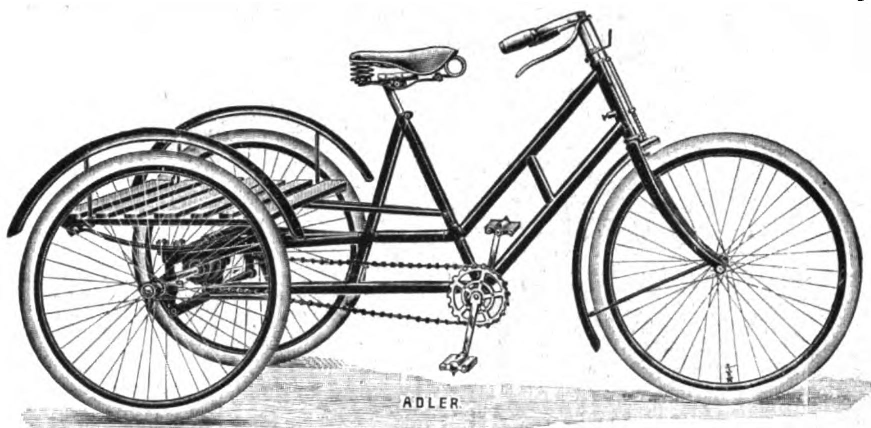


Fig. 14.
Transportdreirad der Adler-Fahrradwerke.

Denselben Zweck suchen die *Brennabor - Fahrradwerke von Gebr. Reichstein* in Brandenburg a.H. dadurch zu erreichen, dass sie nur das obere Rohr des Vorderrahmens schweifen (Fig. 15). Die Plattform ruht statt auf Blattfedern auf Gummiklötzen. An Stelle der Plattform kann natürlich auch ein Kasten, Korb oder Rohrkoffer treten.

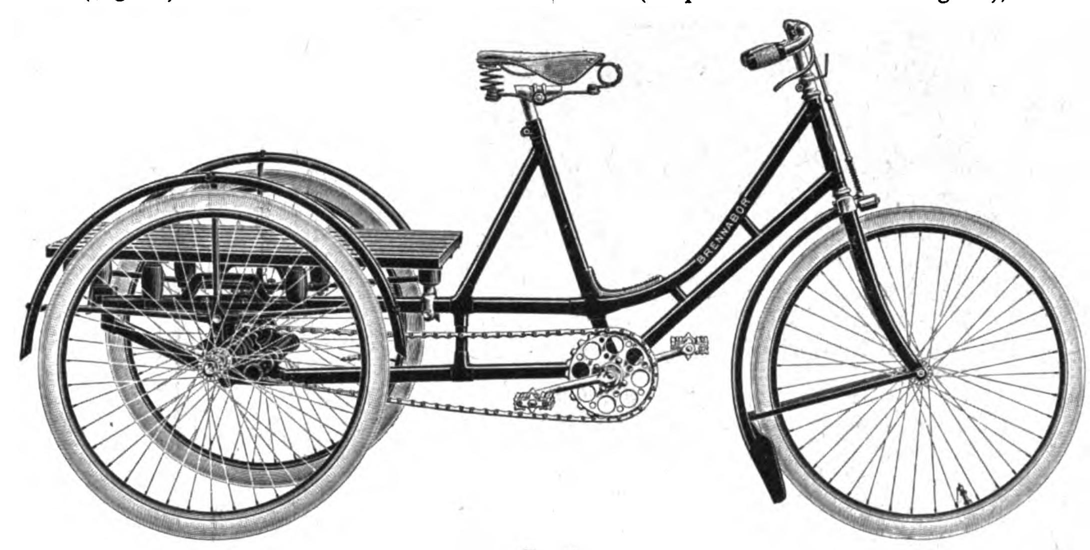


Fig. 15.
Transportdreirad der Brennabor-Fahrradwerke.

Vollständig abweichend von der bisherigen Bauart ist das Transportdreirad, Fig. 16, der letztgenannten Firma. Dasselbe ist für leichte Transporte und mit Kasten nach vorne gebaut.

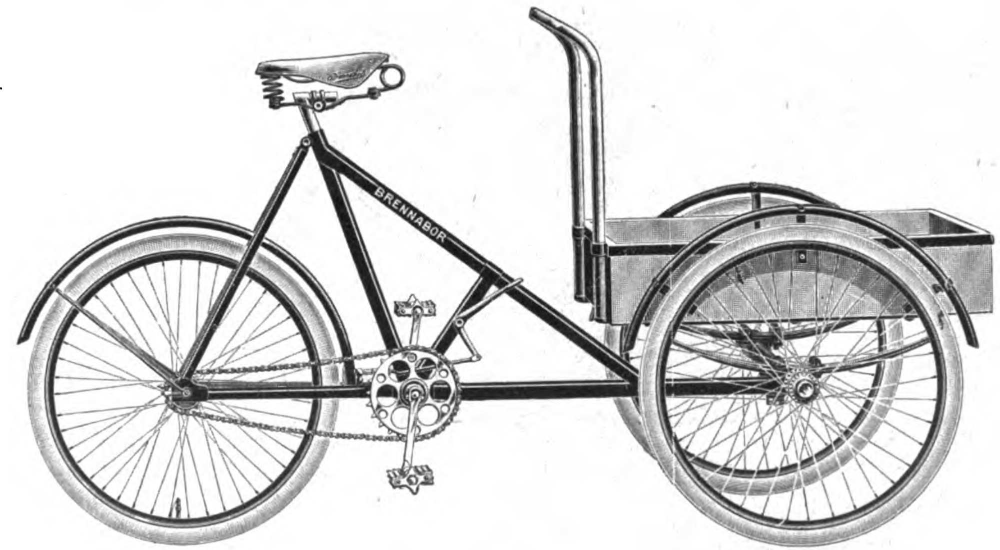


Fig. 16.
Transportdreirad der Brennabor-Fahrradwerke.

Hervorzuheben ist noch das Transportdreirad der *Maschinenfabrik Gritzner A.-G.* Durlach. Wie Fig. 17 zeigt, ist hier die Steuerung ähnlich derjenigen an Zweirädern, wodurch nicht nur eine sichere Führung des Rahmens in der Brücke, sondern auch eine sehr leichte Lenkung des Fahrzeuges erzielt ist.

Für besonders schwere Lasten bauen die *Brennabor - Fahrradwerke* ein Dreirad mit zwei Sitzen nebeneinander. Dieses Fahrzeug (Fig. 18) besteht nach Art des Kompanionrades (D. p. J. 1896 **301** 177 Fig. 13), sowie des Zwillingsrades von *Dürkopp* (D. p. J. 1897 **303** 227 Fig. 13) aus zwei parallel zu einander verbundenen Rahmen, zwei Lenkstangen, zwei Tretkurbellagern und zwei Ketten. Die Lenkung besorgt der Fahrer rechts, dessen Lenkstange mit

dem Lenkgabelschaft gelenkig verbunden ist, während der Fahrer links, dessen Lenkstange fest ist, im Verein mit dem Fahrer rechts nur auf den Antrieb wirkt.

Eine besondere Gattung von Fahrrädern ist das Eisenbahnfahrrad, welches vorzugsweise von Bahnmeistern und Oberbeamten zur Besichtigung der Bahnstrecke Verwendung findet. Solche von den *Brennabor-Fahrradwerken* gebauten Fahrzeuge bieten Platz für 1—4 Personen. Diese Räder sind ähnlich den modernen Strassen-

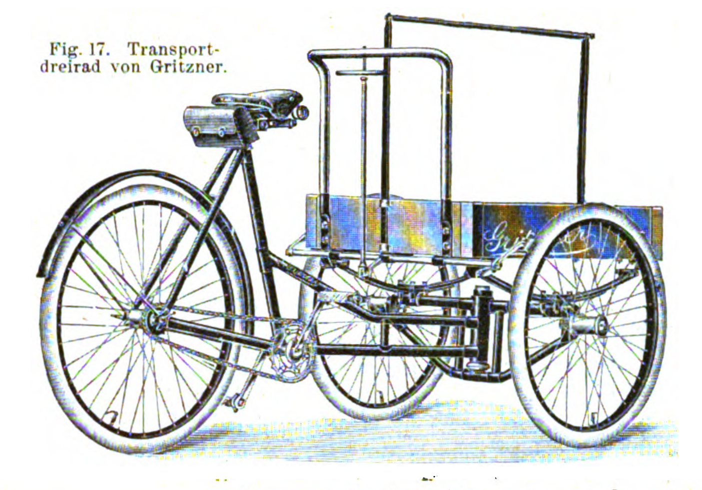


Fig. 17. Transportdreirad von Gritzner.

Räder einen dem Eisenbahnwagenrad ähnlichen Querschnitt besitzen. Das Tretwerk ist auch hier in die Mitte des Fahrzeuges eingebaut, wodurch eine merkliche Kraftersparnis und ein leichter Gang erzielt wird. Als Bremsen sind Bandbremsen vorgesehen, welche auf die auf der Hinterradnabe aufgekeilte Bremsscheibe einwirken.

Ein solches Fahrzeug mit einem Sitz zeigt Fig. 19, während Fig. 20 ein solches mit zwei hintereinander angeordneten Sitzen zeigt. Zur

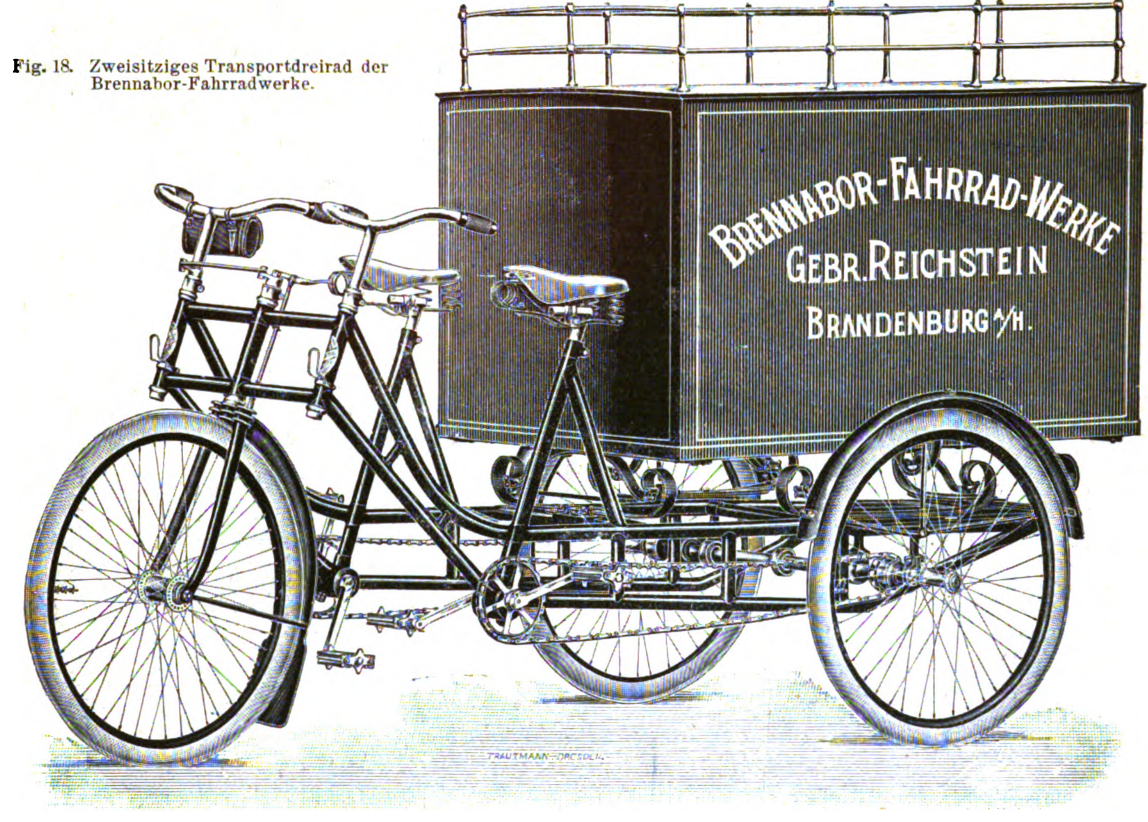


Fig. 18. Zweisitziges Transportdreirad der Brennabor-Fahrradwerke.

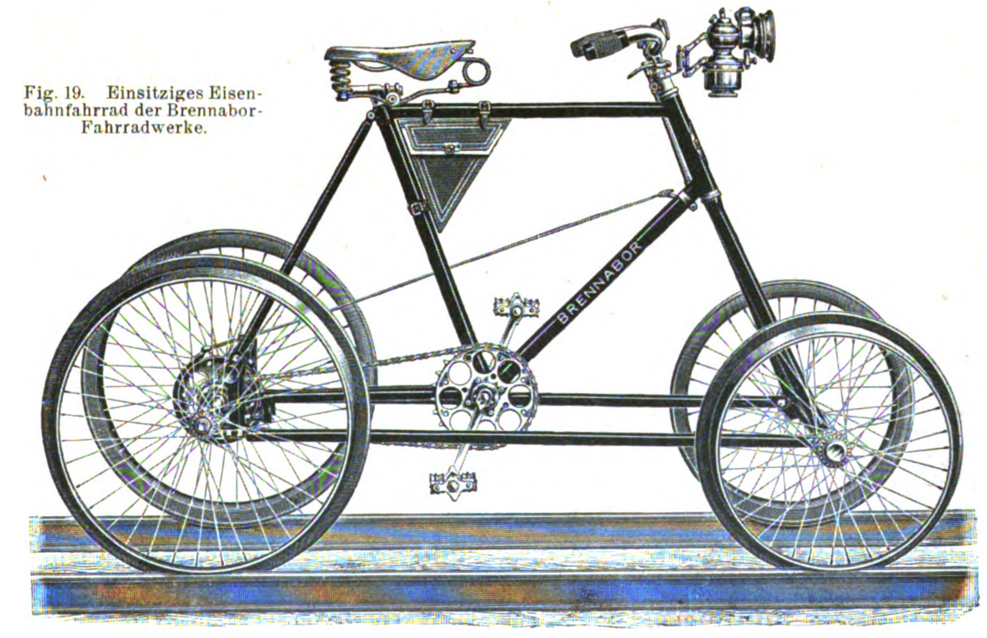


Fig. 19. Einsitziges Eisenbahnfahrrad der Brennabor-Fahrradwerke.

Vierrädern gebaut, nur mit dem Unterschied, dass die Lenkstangen fest sitzen, und die mit Gummireifen bespannten

gleichzeitigen Beförderung von 4 Personen, sei es zur Ausführung eiliger Reparaturen auf der Strecke, sei

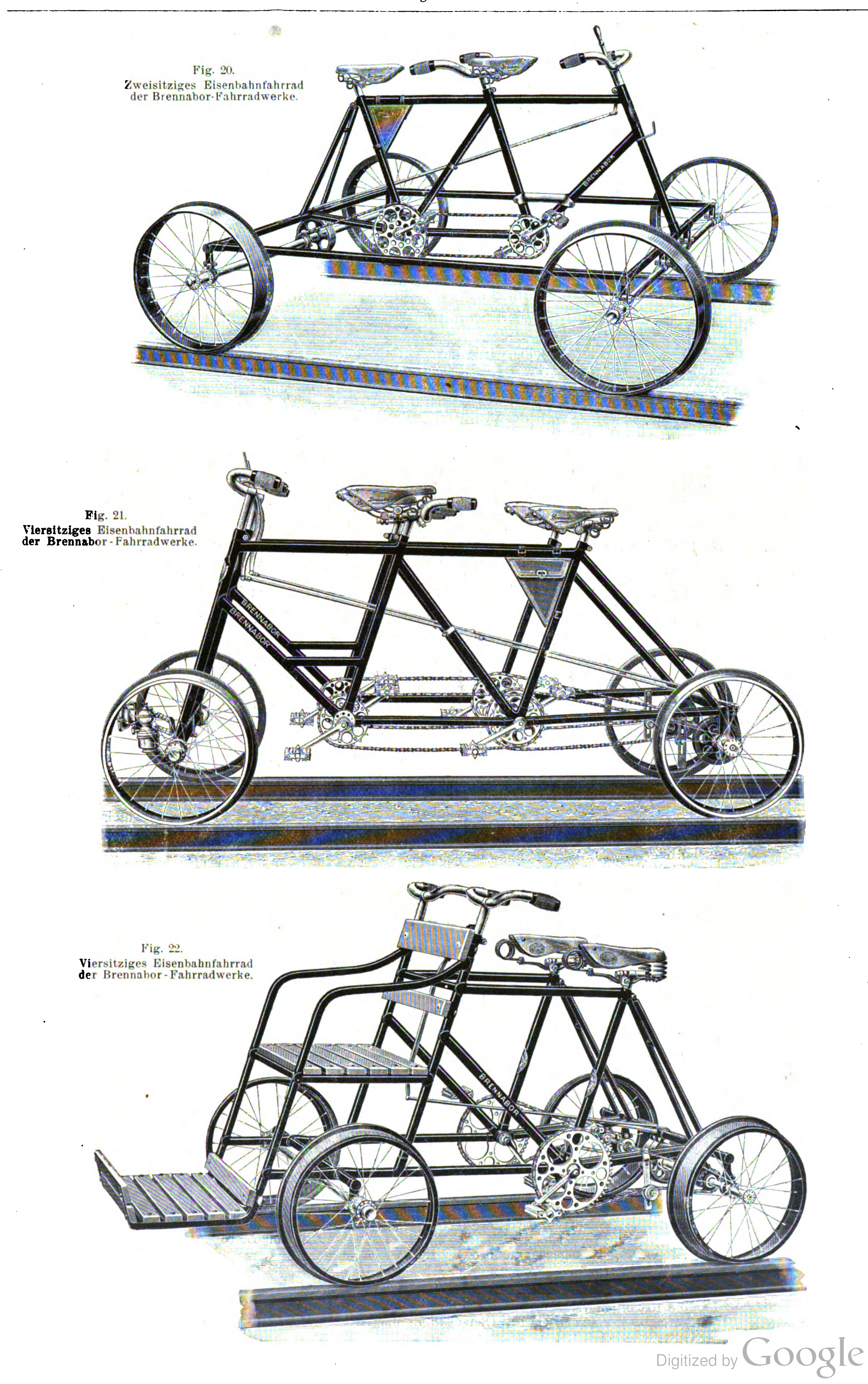


Fig. 20.
Zweisitziges Eisenbahnfahrrad
der Brennabor-Fahrradwerke.

Fig. 21.
Viersitziges Eisenbahnfahrrad
der Brennabor-Fahrradwerke.

Fig. 22.
Viersitziges Eisenbahnfahrrad
der Brennabor-Fahrradwerke.

es zur ersten Hilfeleistung bei Unglücksfällen, ist das Fahrzeug Fig. 21 bestimmt. Seine Anordnung ist so getroffen, dass zwei Rahmen nach Art des in Fig. 20 gezeigten nebeneinander verbunden sind.

Einen anderen Viersitzer zeigt Fig. 22. Derselbe wird jedoch nur von zwei Personen fortbewegt, der Vordersitz ist für zwei Oberbeamte vorgesehen.

Die *Cito - Fahrradwerke A.-G. Köln - Klettenberg* bauen einen Krankentransportwagen, der durch zwei Fahrer fortbewegt wird (Fig. 23). Bei der Konstruktion ist besonders Wert auf sichere und zweckentsprechende Bauart gelegt, die bei geringer Breite des Wagens den Verkehr in den engsten Passagen gestattet und ein leichtes Fahren ermöglicht. Das Gewicht beträgt etwa 90 kg. Die Tragbahre ist leicht abnehmbar und ruht auf einer Anzahl kleiner Spiralfedern.

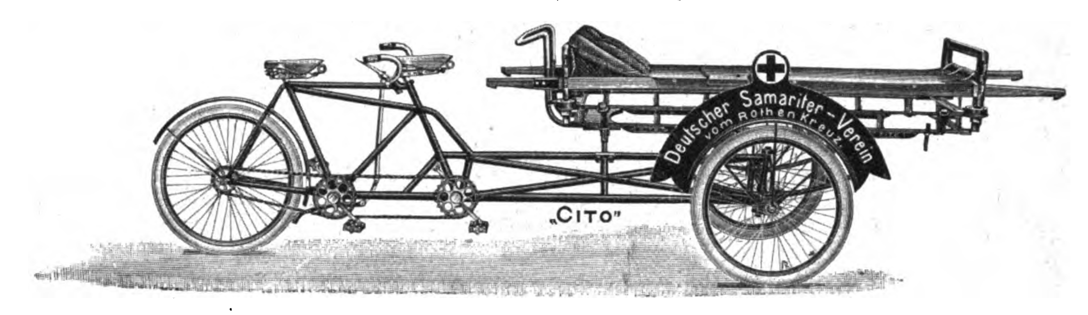


Fig. 23.
Krankentransportwagen der Cito-Fahrradwerke.

(Fortsetzung folgt.)

Bücherschau.

Die Bestimmung rationeller Mörtelmischungen unter Zugrundelegung der Festigkeit, Dichtigkeit und Kosten des Mörtels. Von *Unna*. 3. Auflage. Köln 1902. Paul Neubner.

Vorstehende Schrift des Diplomingenieurs *Unna* zu Köln macht auf die Misstände aufmerksam, die sich sogar bei der Mehrzahl der auch heute noch ausgeführten Bauten finden, und die darauf beruhen, dass die Bauleiter aus Unkenntnis oder Bequemlichkeit nicht den jedesmal verwendeten Mörtel den Anforderungen des betreffenden Baues gemäss wählen, sondern handwerksmässigen und ohne Kenntnis der einzelnen Mörtelmaterialien aufgestellten Vorschriften folgen. Auf fünf farbigen Tafeln werden vergleichende Darstellungen bezüglich der Festigkeit, der Dichtigkeit und der Kosten von verschiedenen Mörtelmischungen gegeben. Den Verhältnissen am Rhein entsprechend behandelt das Büchelchen die Kalkmörtel, die Portlandzementmörtel, die Zementtrassmörtel und die Trasskalkmörtel. Die Tatsache, dass es schon in dritter Auflage erschienen ist, beweist jedenfalls, dass das Bedürfnis nach einem solchen Werke vorliegt. *Rauter.*

Das magnetische Feld einer Strombahn, Stromerzeugung durch Induktion. Nebst einer Anleitung zur Durchführung von Praktikumsarbeiten. Von *Rud. Wotruba*, Ingenieur und Lehrer am Technikum Altenburg. Mit 146 Abbildungen. Berlin und Jena, 1902. Hermann Costenoble.

Auf Grundlage der *Maxwell*schen Theorien werden hier die durch einen Strom hervorgerufenen magnetischen Erscheinungen in einer einfachen, leicht fasslichen Weise zu erklären gesucht, wobei Verfasser bemüht ist, um die subtilen elektrischen Erscheinungen zu erklären, vorerst durch Analogien mit mechanischen Vorgängen das Verständnis hierfür anzubahnen. Hierauf sucht er auch stets die praktische Nutzanwendung für die gegebenen Lehren durch Vorführung praktischer Beispiele, die stets rechnerisch durchgeführt erscheinen, für alle die hierbei in Betracht kommenden Gebiete zu geben und so den innigen Zusammenhang zwischen theoretischer Feststellung der physikalischen Gesetze und deren praktischer Anwendung zu erweisen.

Bei diesen praktischen Anwendungen wurde auf die Berechnung der Magnetgestelle von Dynamomaschinen, sowie auf die Messtechnik und die Einrichtungen für Bogenlichtbeleuchtung besonderer Wert gelegt, wogegen die elektrischen Sprech-, Schreib- und Signalapparate nur in Kürze erwähnt erscheinen.

Der angestrebte Zweck, den Lernenden in das schwierige Gebiet einzuführen, ist im grossen und ganzen wohl erreicht, trotzdem dass manche Erscheinungen, wie beispielsweise die Hysteresis, die Selbstinduktion nach Ansicht des Referenten nicht ausreichend erklärt erscheinen. Die beigegebenen Abbildungen sind zwar roh aber durchaus deutlich ausgeführt, wohingegen die beigegebenen Bezeichnungen manchmal undeutlich ausgefallen sind. Auffallend erscheint das Fehlen eines Inhaltsverzeichnisses. Dessen ungeachtet kann dieses Buch jedem, der diesem Gegenstand Interesse entgegenbringt, empfohlen werden. *A. P.*

Schaltungsbuch für Schwachstromanlagen. 164 Schaltungs- und Stromverlaufsskizzen mit erläuterndem Text für Haustelegraphen- und Signalanlagen, Fernsprechanlagen, Wasserstandsmelder-, Sicherheits-, Feuermelde- und Kontrollanlagen, elektrische Uhren und Elementbeleuchtung. Nebst einem Anhang mit Tabellen. Zusammengestellt von *Max Lindner*, Elektrotechniker. Leipzig, 1902. Hachmeister & Thal.

Mit diesem, zumeist für den Installateur und Monteur bestimmtem Buche, welches jedoch auch von dem Nichtfachmanne, bei nur einigem Verständnis der in Rede stehenden Einrichtungen mit Erfolg verwendet werden kann, werden für die in Frage stehenden Schwachstromanlagen einheitlich ausgeführte und dabei übersichtlich und anschaulich angeordnete Schaltungsskizzen vorgeführt, aus welchen jeder mit derartigen Einrichtungen nur einigermassen Vertraute, das für den jeweiligen Zweck passende Schema leicht herausfinden und seine Anlage mit den durch die örtlichen Verhältnisse gebotenen Modifikationen entsprechend entwerfen kann. Die Schemata beziehen sich auf die einfachsten und kompliziertesten der in Rede stehenden Anlagen und zeigen auch in vielen Fällen an, wie bei Fehlerbestimmungen vorzugehen ist. Der Text ist ausreichend um dem Praktiker seine Aufgabe zu erleichtern.

Dieses Buch ist daher nicht nur dem Installateur, sondern auch jedem Besitzer einer Schwachstromanlage, welche er selbst betreiben will, bestens zu empfehlen. *A. P.*

Der elektrische Betrieb auf Vollbahnen. Von Ingenieur *Fritz Golwig;* Wien, I, Selbstverlag des Verfassers.

Es ist dies nur ein kurzes Schriftchen von 18 Seiten aber doch ein recht verständiger und belehrender Beitrag zur Wertbestimmung des elektrischen Eisenbahnbetriebes hinsichtlich jener Länder, welche einerseits grosse Wasserkräfte zur Verfügung haben, andererseits zum Baue von Bahnen gezwungen sind, die vielfach in Tunnels verlaufen. Unter solchen oder ähnlichen örtlichen Voraussetzungen befürwortet der Verfasser sehr warm den mit hochgespannten Drehströmen durchzuführenden elektrischen Betrieb und unterstützt seine Darlegungen durch interessante, ziffernmässige Nachweise über die allerdings ganz ausserordentlich günstigen Ergebnisse, welche von einigen neueingerichteten Eisenbahnlinien Italiens, und namentlich auf den Vollbahnstrecken Milano—Varese—Porto Cerissi und Lecco — Colico — Chiavenna — Sondrio, erzielt worden sind.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 38. Berlin, 19. September 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Die Verwendung von Druckluft bei elektrisch betriebenen Hebezeugen.

Von Dr.-Ing. **Franz Jordan.**

Bei dem ungeheuren Aufschwung, den die Massenförderung von Gütern in dem letzten Jahrzehnt genommen hat, wollen die Forderungen nach Erhöhung der Leistungsfähigkeit unserer Transportmittel und Erniedrigung ihrer Anlage- und Betriebskosten nicht verstummen. Die moderne Technik hat diesen dringlichen Bedürfnissen gerecht zu werden gesucht und sich den weiteren Ausbau und die Vervollkommnung der wichtigsten Transportmittel, der Eisenbahnen und Schiffe, angelegen sein lassen. Dabei hat man aber nicht unterlassen dürfen, demjenigen Bindegliede zwischen den Bahnen und Schiffen Rechnung zu tragen, ohne dessen entsprechende Mitarbeit Störungen unvermeidlich wären. Das ist der Kran in seiner mannigfachen Form.

Erfüllt er einerseits jene wichtige Aufgabe, das Umladen der Güter zwischen Schiff und Bahn und umgekehrt zu bewirken, so tritt er auch überall da in Tätigkeit, wo es sich, wie auf Lagerplätzen und in Werkstätten, um ein Versetzen von Lasten überhaupt handelt.

Die Forderung nach grösserer Leistungsfähigkeit lässt sich bei ihnen um so schwerer erfüllen, als infolge beschränkter Raumverhältnisse immer nur einige Krane zum Verladen und Versetzen der Lasten verwandt werden können. Deshalb ist gerade hier auf geeigneten Antrieb und zweckentsprechende Konstruktion ganz besonderer Wert zu legen.

Jetzt, wo die Frage der Wirtschaftlichkeit einer Anlage mehr denn je in den Vordergrund getreten ist, hat durchweg der elektrische Antrieb Eingang gefunden und sich im allgemeinen so vorzüglich bewährt, dass zur Zeit niemand an seine Beseitigung denken wird.

I. *Druckluftbremsung.*[1]

Den Elektromotoren ist es eigentümlich, dass sich bei ihnen je nach der Grösse des Drehmomentes auch die Grösse der Stromstärke einstellt und in dem Falle, dass die Bremse geschlossen ist, leicht durch das unzulässig hohe Drehmoment eine gefährliche Stromstärke für den Anker oder dessen Sicherung eintritt. Dieser Umstand macht es erforderlich, die Steuerung der mechanischen Bremse mit dem Anlasser zwangläufig zu verbinden.

Man hat dies bei Laufkranen dadurch zu erreichen gesucht, dass man auf mechanischem Wege, nämlich mittels Seilzuges, die Bremse mit dem Anlasser in dem zur Katze relativ beweglichen Führerstande zwangläufig steuerte. Diese Massnahme ist schon wegen ihrer Umständlichkeit für die Praxis nicht empfehlenswert. Auch ist ein völliger Zwanglauf nie zu erreichen und deswegen die Verwendung dieser Methode bei Gleichstrommotoren ausgeschlossen, da nämlich infolge der bei ihnen sich einstellenden hohen Stromstärken der Anker bezw. dessen Sicherungen durchbrennen.

Geschickter und glücklicher in der Lösung dieser Aufgabe waren die Elektrotechniker mit der Verwendung von Bremsmagneten, die mit dem Ein- oder Ausschalten die mechanische Bremse lüften oder schliessen, je nachdem ein Gewicht von ihnen angehoben oder fallen gelassen wird.

[1] D. R.-P. 138 045.

So einfach und elegant diese erst wenige Jahre zurückliegende Lösung auch auf den ersten Blick erscheint, so zeigen sich doch in der Praxis bei den verschiedenen Arten von Bremsmagneten mancherlei Uebelstände.

Bei Gleichstrom haben wir zwei Arten von Bremsmagneten zu unterscheiden: den Hauptstrom-Bremsmagneten, dessen Wicklung mit dem Anker in Reihe geschaltet ist, und den Nebenschluss-Bremsmagneten, der unmittelbar an die Pole des Stromführungsnetzes gelegt ist und dem Anker entsprechend parallel gesteuert wird.

Bei Drehstrommotoren (richtiger Drehfeldmotoren) zieht man am vorteilhaftesten aus dem günstigen Umstande Nutzen, dass sie im stande sind, eine Ueberlastung des Motors bis zum Stillstand zu ertragen. An Stelle des Bremsmagneten tritt ein kleiner Motor, welcher das Gewicht zum Lüften der Bremse hochwindet und in der Schwebe hält, um es nachher bei Aufhören des Stromes zum Schliessen der Bremse herunterzulassen.

Der Hauptstrom-Bremsmagnet hat sich überall da gut bewährt, wo die Ankerstromstärke nicht in weiten Grenzen schwankt, wie dies z. B. das an einem Laufkrane aufgenommene Diagramm bei dem Katzenfahrmotor erkennen lässt (Fig. 21). Die Selbstinduktion, welche durch Funkenbildung eine Zerstörung der Kontakte bewirkt, ist bei ihm verschwindend klein, und auch die Grösse seiner Wicklung fällt gering aus, weil der Anlaufstrom zum Beharrungsstrome ungefähr in demselben Verhältnisse steht, wie die Kräfte, welche zum Anheben und nachher zum Halten des Eisenkernes erforderlich sind. Bei den Hubwindwerken mit gutem Wirkungsgrade schwankt jedoch der Erregerstrom ungefähr zwischen dem 0,35 und 1,4 fachen Betrage seiner normalen Stärke; hier genügt der Minimalstrom nicht mehr, die Bremse gelüftet zu halten, und man muss daher notwendig zu grösseren Bremsmagnettypen greifen. Ganz ausgeschlossen aber ist die Anwendung eines Hauptstrom-Bremsmagneten, wenn das Senken der Last unter Ankerbremsung erfolgen soll; hier wird stets ein Augenblick eintreten, wo der Erregerstrom verschwindet, nämlich regelmässig dann, wenn der Anker weder treibend noch bremsend wirkt.

Infolge dieses Umstandes muss man notgedrungen Nebenschluss-Bremsmagnete verwenden. Da bei ihnen aber die Stromstärke konstant ist, so kann nicht mehr wie bei den Hauptstrom-Bremsmagneten die zum Heben des Gewichtes erforderliche stärkere Magnetisierung durch den Anlaufstrom erzeugt werden, sondern nur durch eine grössere Ampère-Windungszahl. Seine Wicklung stellt sich daher schon in normalen Fällen unpraktisch gross und teuer, und nicht minder wächst sein Arbeitsverbrauch und seine Selbstinduktion, so dass sogar Elektrotechniker ihre Bedenken gegen eine weitere Vergrösserung der Bremsmagnete hegen, wie aus einem Aufsatze von *Vogelsang*, Oberingenieur der Helios-Elektrizitätsgesellschaft, in der Elektrotechnischen Zeitschrift, Jahrg. 1901, S. 175 hervorgeht.

Solange bei Hebezeugen von geringer Hubgeschwindigkeit schnellaufende Motoren verwendet werden, erfüllen die ge-

bräuchlichen Bremsmagnettypen die an sie gestellte Aufgabe, die Last in der Schwebe zu halten, nur unter Anwendung stark wirkender Bremsen; sobald aber zu langsamlaufenden Motoren grösserer Leistung und zu grösserer Fördergeschwindigkeit gegriffen wird, die eine geringere Uebersetzung zwischen Bremse und Lasthaken bedingen, muss man zu zwei Bremsmagneten greifen, ungeachtet ihres hohen Preises, ihres Arbeitsverbrauches und der Schwierigkeiten in ihrer Steuerung. Dies kann aber nur ein Notbehelf sein. Dass man aber zu langsamlaufenden Motoren bei solchem intermittierenden Betriebe, wie es der Kranbetrieb ist, übergehen wird, ist nur eine Frage der Zeit.

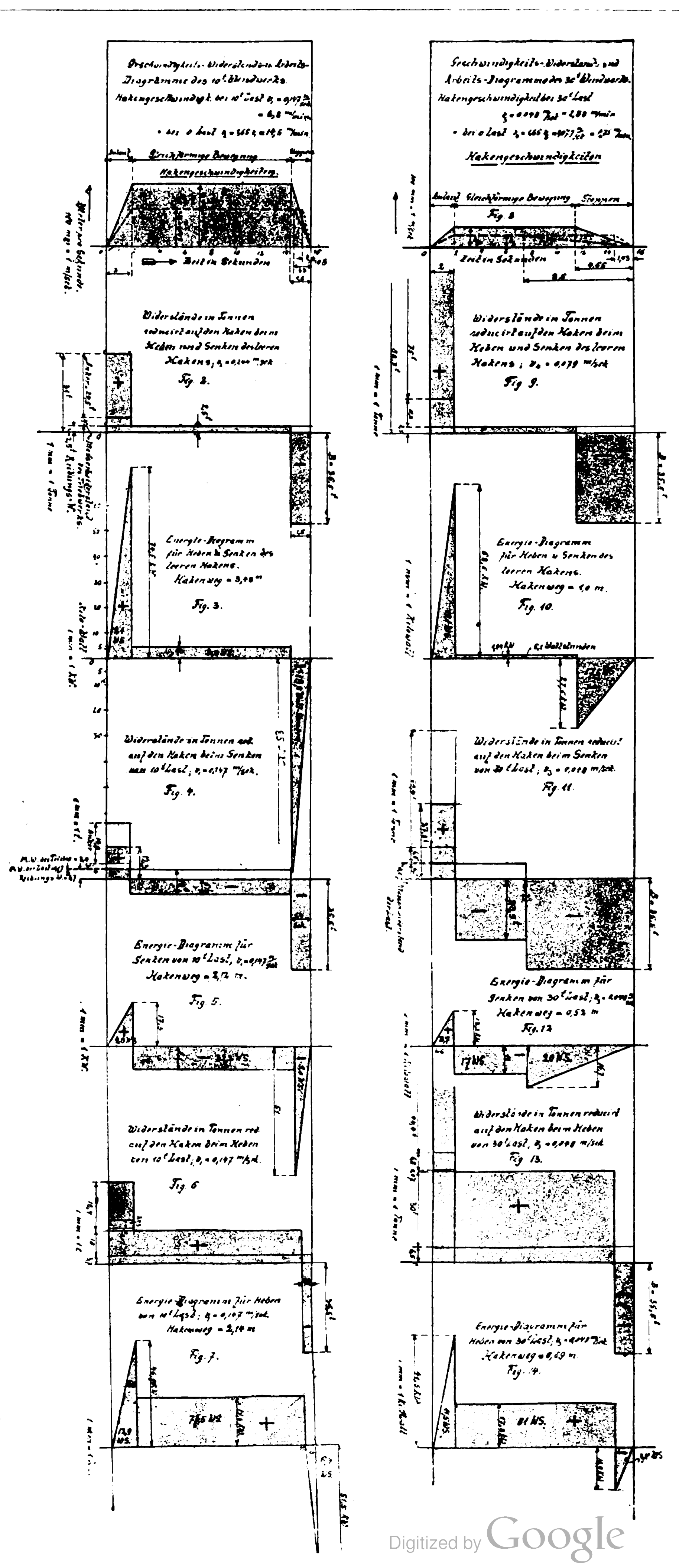
Die Elektrotechnik hat bereits die Schwierigkeiten, die sich dem Bau von langsamlaufenden Motoren entgegenstellten, überwunden, und das Bestreben geht allgemein dahin, möglichst wenig Triebwerksteile zwischen Motor und Last zu haben. Dadurch wird nicht nur die ganze Konstruktion vereinfacht, sondern auch der Wirkungsgrad erhöht, und zwar geschieht dies durch Verminderung sowohl der Reibungsverluste, als vor allem der Energie, welche wir zur Beschleunigung der Triebwerksmassen aufwenden müssen. Diese, beim Anlaufen in den Massen sich aufspeichernde Energie können wir nicht nur nicht wiedergewinnen, sondern es wird uns sogar sehr schwer gemacht, sie beim Stoppen zu vernichten.

Wie bedeutend der Unterschied in der Anlaufenergie eines schnell- und eines langsamlaufenden Motors von gleicher Leistung sein kann, zeigt folgender Vergleich der beiden 60 PS-Hauptstrommotoren K 22 und K 26 der Firma *Siemens & Halske:*

	Schnelllaufender Motor	Langsamlaufender Motor
Gewicht des Ankers in kg	490	700
Schwungmoment des Ankers in kgm²	46	95
Umdrehungszahl i. d. Minute	600	300
Anlaufenergie in Watt-Stunden	26	13

Wenn der Anker des langsamlaufenden Motors auch bedeutend schwerer ausfällt, als der des schnellaufenden, so ist der Einfluss des Gewichtes doch nur einfach proportional der Masse, während der Einfluss der Umdrehungszahl mit ihrem Quadrate wächst. In unserem Falle ist die Anlaufenergie des schnellaufenden Ankers doppelt so gross, als die des langsamlaufenden.

Nicht geringere Bedeutung ist den Uebelständen beizumessen, die sich hieraus für das schnelle Anheben und Stillsetzen der Last ergeben. Einen wie erheblichen Beitrag zu den sogenannten Massenwiderständen gerade der Anker des Motors wegen seiner grossen Beschleunigung liefert, zeigt in lichtvoller Darstellung an der Hand von Diagrammen Professor *Kammerer*, Berlin, in seinem in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure veröffentlichten Aufsatze über



Hebemaschinen der Weltausstellung in Paris 1900.

Eine wesentliche Vergrösserung der schädlichen Massenwiderstände ergibt sich bei schnellaufenden Motoren noch durch die notwendige Rücksichtnahme auf geräuschlosen Gang der schnellumlaufenden Zahnräder; dieser kann nämlich nur durch zusätzlichen Materialaufwand, z. B. Ausfüttern der Radböden mit Kieselgur oder durch Verbleien der Zahnkränze, erreicht werden.

Mit der Verwendung von Bremsmagneten ist ein unliebsamer Uebelstand verbunden: infolge der Fallenergie des Bremsgewichtes tritt im ersten Augenblick des Bremsens eine ganz plötzliche, unzulässig hohe Bremskraft ein, die einen bedenklichen Stoss im Triebwerke bewirkt. Verzichtet man auf den Einbau besonderer Schutzmittel, wie Puffer oder Dämpferpumpen, deren genaue Einstellung allerdings auf die Dauer Schwierigkeiten bereitet, so hat man mit all den schädlichen Folgen zu rechnen, welche ein Stoss sowohl für das Arbeiten des Krans, als auch für die Dauerhaftigkeit seiner Triebwerksteile mit sich bringt.

Sehr häufig erfahren diese Stösse eine wesentliche Verstärkung dadurch, dass der Bremsmagnet infolge des remanenten Magnetismus im Eisenkerne und der bei Topfmagneten im Mantelgehäuse verlaufenden starken Wirbelströme bei der Stromunterbrechung die Bremse nicht sofort zu schliessen vermag. Der Zeitraum, während dessen die Last hierdurch fast völlig freigegeben ist und sich unzulässig hoch beschleunigt, wächst sehr an mit der Grösse der Magneten. Dem Verfasser ist ein Fall bekannt, in dem die Zeit des verspäteten Einfallens der Bremse drei Sekunden betrug, also Zeit genug, dass die Last und Triebwerksmassen so beschleunigt und bei dem Einfallen der Bremse ein so starker Stoss verursacht wurde, dass ein kräftig gehaltener Maschinenteil nach wenigen angestellten Versuchen einfach brach; nur einem günstigen Umstande war es zu danken, dass grösseres Unheil verhütet wurde.

Genügen hiernach die Bremsmagnete kaum, das Triebwerk bei voller Last zu sperren, so sind sie völlig unzureichend, so schnell abzustoppen, wie es für ein sicheres und flottes Arbeiten des Kranes notwendig ist.

Es wurde bereits oben ausgeführt, und aus den Diagrammen (Fig. 1—22) geht dies um so deutlicher hervor, welche erheblichen Energiemengen beim Stoppen vernichtet werden müssen. Um dieses schnell und dabei doch noch ohne Gefahr für die Festigkeit des Triebwerkes zu erreichen, ist die zwei- bis dreifache Bremskraft erforderlich, als mit Bremsmagneten zu erreichen steht. Man musste daher auf rein elektrischem Wege versuchen, diesem Uebel, das ebenso unrationell ist wie gefährlich sein kann, abzuhelfen.

Bei Gleichstrom löst sich die Aufgabe in sehr einfacher Weise, indem man den Motor als Generator laufen lässt und je nach Abnahme seiner Umdrehungszahl aus seinem Ankerstromkreise stufenförmig Widerstand ausschaltet; bei Drehstrom dagegen ist dieses nicht möglich.

Wohl vermag der Drehstrommotor unter Erregung des Feldes, im Sinne des Lastsenkens rotierend, die Last mit gleichförmiger Geschwindigkeit unter Zurückgewinnung der Energie zu senken, aber

er gestattet nicht, die lebendige Kraft der Massen abzubremsen; als Generator arbeitet er nur, solange das Ankerfeld dem Drehfelde voreilt. Es bleibt mithin zum Abbremsen der Massen weiter nichts übrig, als Gegenstrom zu geben, d. h. das Drehfeld entgegengesetzt als Motor zu schalten. Dieses hat aber bei der fast 2 betragenden Schlüpfung grosse Stromstärken im Gefolge, und dadurch treten empfindliche Spannungsabfälle im Netze ein; ausserdem besteht hierbei der ausserordentlich grosse Nachteil, dass direkt der Kraftzentrale Energie entnommen wird, nur um bereits aufgewandte wieder zu vernichten; dies erniedrigt den Wirkungsgrad eines Kranes ganz bedeutend.

Als Beispiel hierfür mag ein Versuch angeführt werden, der an einem Portalkrane für 4000 kg Last gemacht wurde. Der Hubmotor war ein 40 PS Drehstrommotor mit 720 Umdrehungen in der Minute, die Hubgeschwindigkeit betrug 0,4 m/Sek. und die Versuchslast 840 kg. Das Diagramm Fig. 22 veranschaulicht die Arbeitsverteilung. Allein um das Windwerk beim Heben einer Last von 840 kg zum Stillstand zu bringen, waren 31 Wattstunden aufzuwenden, also 35 v. H. der eigentlichen Hubarbeit; sicherlich ein ganz bedeutender Wert, der aber bei unbelastetem Haken noch erheblich überschritten wird.

Unangenehm und störend ist ferner hierbei, dass der Kranführer grosse Aufmerksamkeit aufwenden muss, um rechtzeitig mit dem Steuerhebel in die Nullstellung zu kommen, weil sonst ein Senken der Last eintritt; dieser Umstand ist geeignet, in ihm das Gefühl der Unsicherheit zu wecken.

Während das Senken der Last unter Schaltung des Gleichstrommotors als Dynamo auf Widerstände wegen der feinen Geschwindigkeitsregulierung und bei Drehstrommotoren wegen der Energierückgewinnung und der gleichmässigen, nicht überschreitbaren Senkgeschwindigkeit gerechtfertigt erscheint, ist dies nicht der Fall bei dem elektrischen Abbremsen des Nachlaufes und dem Stoppen der Last; hier würde eine genügend starke, nach beiden Richtungen hin wirkende, mechanische Bremse weit besser am Platze sein. Der Motor würde nicht unnötig angestrengt und erwärmt werden, und dadurch nicht seine Leistungsfähigkeit und seinen elektrischen Wirkungsgrad verringern; ausserdem würde sich die Bedienung der Steuerung wesentlich vereinfachen, und der Anlasser selbst würde durch weniger stark auftretendes Funken geschont werden.

(Schluss folgt.)

Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 592 d. Bd.)

b) Fahrräder mit Kraftbetrieb.

Wenn das Motorzweirad bis vor Kurzem nicht die ihm gebührende Beachtung fand, so lag dies wohl in der Hauptsache daran, dass sich die Techniker bisher mit dem Motorwagen „en miniature" noch zu wenig befassten. Erst seit etwa zwei Jahren, seit das Motordreirad fast gänzlich ausser Gebrauch gekommen ist, wurde dem Motorzweirad mehr Aufmerksamkeit zu teil und seine Vorzüge, die es unstreitbar besitzt, von den Radfahrern mehr und mehr erkannt. Das heutige Motorzweirad ist gegenüber den früheren, so z. B. dem in den 90er Jahren von *Hildebrand & Wolfmüller* in München auf den Markt gebrachten (D. p. J. 1895, **296**, 108*) von so einfacher Bauart, dass es Jedermann, der im Radfahren geübt ist, sofort bedienen kann, und in einigen Stunden über seine Konstruktion im Klaren ist. Trotz grosser Fahrgeschwindigkeit ist der Benzinverbrauch verhältnismässig klein, und infolge der geringen Breite und Länge des Rades kann sowohl der engste Weg befahren, als auch das Fahrzeug in jeder Wohnung untergebracht werden. Ebenso verursacht seine Instandhaltung nur geringe Kosten.

Einen Vergleich der letzteren berechnet nach halbjähriger Leistung — laut Cyclometer 3600 km — mit den Unterhaltungskosten eines Geschirres, wie ihn der Leipziger Fuhrwerksbesitzer *H. Reinhardt* in den „Leipziger Neuesten Nachrichten" vom 19. März 1903 aufgestellt hat, zeigt folgende Tabelle.

Geschirr (Anlagekapital 2000 M.) Unterhaltungskosten f. d. Woche:	M.	Pf.	Motorzweirad (Anlagekapital 850 M.) Unterhaltungskosten f. d. Woche:	M.	Pf.
1. Stallung und Remise	3	—	1. Remise	—	—
2. Ein Mann zur Abwartung	18	—	2. Ein Mann zum Putzen je 1 Stunde im Tag	2	10
3. Futter und Streu	11	—	3. Benzin und Oel	1	20
4. Beschläge	—	75	4. Ein neuer Riemen im Jahr, anteilig	—	15
	32	75		3	35

Dazu kommt, dass das Motorzweirad etwa 5 mal so viel leistet, als ein Einspänner. Touren von 60 km an einem Tage sind mit letzterem in fortgesetzter Folge ausgeschlossen, während mit dem Motorrad etwa 175 km a. d. Tag gefahren werden können.

Die Konstruktion des Rahmens ist dieselbe, wie die der gewöhnlichen Fahrräder, nur kräftiger, d. h. die Rohre, sowie die Verbindungsmuffen haben stärkere Abmessungen, erstere in der Regel 1,5 mm; die Vorderradgabel, welche besonders stark sein muss, hat nicht unter 1,8 mm Wandstärke.

Das Hinterrad ist stets mit Freilauf, auf den wir, wie schon erwähnt, noch zurückkommen, versehen, sodass der Fahrer, nachdem das Fahrzeug durch die Tretkurbeln in Bewegung gesetzt ist, letztere ausschaltet und nun als Fussstützen benutzen kann, im Notfall jedoch oder bei grösseren Steigungen jederzeit in den Stand gesetzt ist, den Motor durch Treten zu unterstützen. Ferner sind entweder mit dem Freilauf verbundene Nabeninnenbremsen oder Bandbremsen vorgesehen. Eine weitere Bremse stellt die Gegenkompression nach Abstellen des Motors dar, wodurch ermöglicht ist, rascher als beim gewöhnlichen Fahrrad anzuhalten.

Als Triebkraft kommt ein schnellgehender Motor von 1—3 PS mit eingekapseltem Kurbelgehäuse in Anwendung. Derselbe ist vorherrschend entweder stehend, an Stelle des sonst üblichen Tretkurbellagers, oder halbschräg nach vorne geneigt vor dem Tretkurbellager angeordnet, und zwar so, dass die Motorachse etwa in gleicher Höhe eher etwas tiefer, als das Tretkurbellager liegt. Hierdurch ist der Schwerpunkt sehr tief gelegen, sodass die Balanzierung anderen Anordnungen gegenüber bedeutend erleichtert ist.

Die stehende Anordnung hat der schrägen gegenüber den Vorteil, dass neben geringerer Abnutzung, besonders des Zylinders und Kolbens, ein gleichmässiges Arbeiten der Ventile gesichert ist, welche beim schrägliegenden Motor etwas Neigung zum „Ecken" haben. Doch kommt dieses nur für das ungesteuerte Saugventil in Betracht, dagegen kaum für das Auspuffventil. Die Schmierung sowie die Kühlung des Motors ist ebenfalls eine gleichmässigere; dagegen hat die schräge Anordnung den Vorzug, dass der Zylinder, mit

seinem am meisten der Hitze ausgesetzten Explosionsgehäuse weiter von dem Fahrer entfernt ist.

Die Lagerung des Motors am Fahrrad ist bei der schrägen Anordnung so gewählt, dass derselbe am unteren Verbindungsrohr aufgehängt ist. Bei der stehenden Anordnung dagegen sind die Rahmenrohre entweder an Ansätzen des Kurbelgehäuses verschraubt oder das Sattelstützrohr führt im Bogen um dasselbe herum und geht zum Steuerrohr.

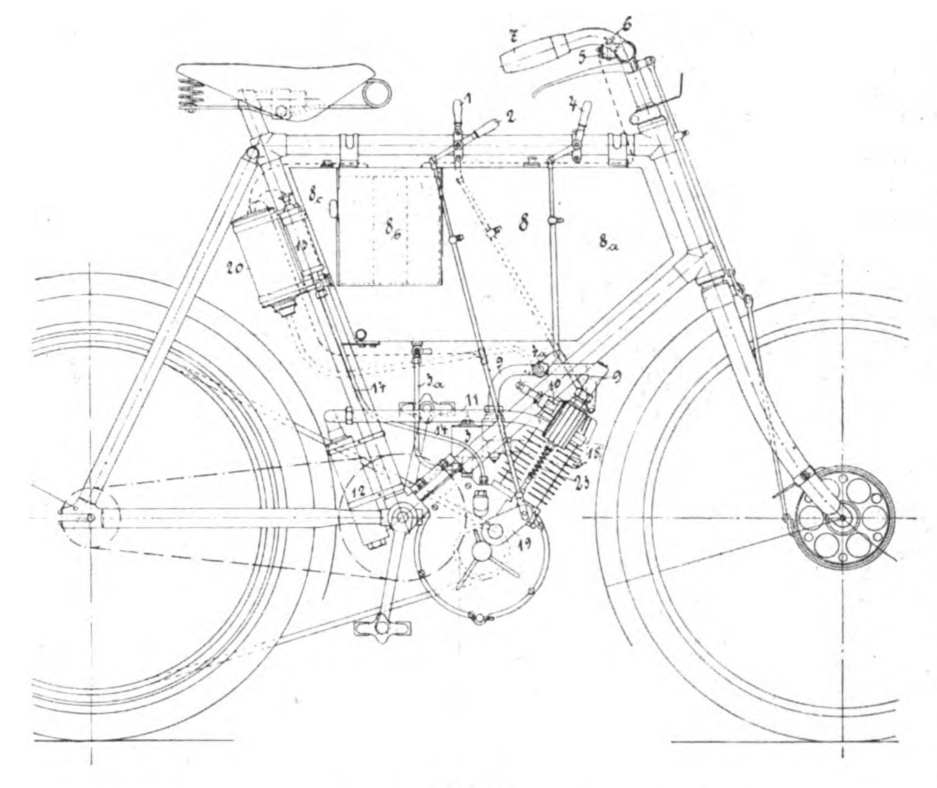


Fig. 24.
Motorzweirad (Type 1902) der Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.

Diese beiden Modelle besitzen Hinterrad-Antrieb. Manche Fabriken fertigen Motorzweiräder mit vor dem Steuerrohr des Fahrzeuges, teils oberhalb, teils innerhalb des Vorderrades angebrachtem Motor. In diesem Falle wird das Vorderrad angetrieben. Diesen Fahrzeugen wird mitunter die Fähigkeit nachgerühmt, dass sie sich, wenn ins Schwanken geraten, leichter aufzurichten vermögen als Zweiräder mit Hinterrad-Antrieb. Der Grund liegt darin, dass das angetriebene Vorderrad stets das Bestreben hat, das Hinterrad in seine Spur hineinzuziehen.

Fig. 25. Fig. 26.
Motor (Zedel) zum Neckarsulmer Motorzweirad.

Die früher fast allgemein gebräuchliche Oberflächenvergasung (D. p. J. 1898, **308** 215, Fig. 21) findet nur noch vereinzelt Verwendung. Dieselbe besitzt zwar den Vorzug grösster Einfachheit für sich, hat aber neben diesem Vorzug den Nachteil, unregelmässig zu arbeiten. So ist z. B. die Vergasung beim Befahren einer guten Strasse eine andere, als die beim Befahren einer schlechten. Durch diesen Umstand ist man gezwungen, das Gasluftgemisch fortwährend nachzuregulieren. An Stelle der Oberflächenvergasung ist die Einspritzbeziehungsweise Zerstäubungsvergasung getreten und die Zündung ist durchweg Kerzenzündung mit Trockenelementen oder Akkumulatorenbatterie. Leider haben erstere eine geringe Lebensdauer, die einerseits darauf zurückzuführen ist, dass man diesen Elementen sehr kleine Abmessungen gibt; andererseits aber ist die Kurzlebigkeit der Selbstverzehrung zuzuschreiben, da, wenn sie einmal betriebsfähig zusammengestellt sind, auch wenn ihnen kein Strom entnommen wird, sie sich mit der Zeit selbst aufbrauchen.

Auch durch Anwendung des Akkumulators ist nicht viel gebessert. Da derselbe die beim Zweirad auftretenden Erschütterungen nicht vertragen kann, wird er sich demgemäss auch wenig haltbar erweisen. In neuester Zeit tritt deshalb auch die magnet-elektrische Zündung erfolgreich in Wettbewerb.

Was nun die Art des Mittels der Kraftübertragung betrifft, so ist der Kampf zwischen Kette und Riemen mit und ohne Spannrolle bezw. Riemenschnur zu Gunsten der beiden letzteren entschieden. Bevorzugt wird zur Zeit der Riemen mit Spannrolle, weil er am schnellsten und bequemsten nachstellbar, und dabei zuverlässiger als die Riemenschnur ist. Natürlich muss die arbeitverzehrende und nicht immer geräuschlos laufende Spannrolle mit in Kauf genommen werden.

Im folgenden sollen nun die in der Hauptsache den Markt beherrschenden Typen, sowie die wichtigsten Erfindungen einer Betrachtung unterzogen werden.

Die *Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.* in Neckarsulm ordnen den Motor bei der einen Ausführungsform unterhalb des Rahmens und zwar schräg an. Bei der anderen dagegen ist derselbe senkrecht stehend eingebaut. Fig. 24 zeigt die Type von 1902. Das Benzin, die Trockenelemente oder Akkumulatoren sowie das Schmieröl befinden sich in dem innerhalb des Rahmens aufgehängten, dreiteiligen Behälter *8*, während die Induktionsspule *20* sowie die Oelpumpe *13* am Sattelstützrohr befestigt sind. Unten an diesem sitzt auch der Auspufftopf *12*, wodurch die verbrannten Gase hinter dem Fahrer abziehen.

Der $1^3/_4$—2 PS-Motor (Original *Zedel*) (Fig. 25 und 26) arbeitet wie gewöhnlich im Viertakt. Also: 1. Ansaugen, 2. Komprimieren, 3. Explosion, 4. Auspuff. Das Ansaugventil *a* arbeitet selbsttätig, es wird während der Ansaugperiode bei abwärtsgehendem Kolben etwa 4—5 mm geöffnet und nach beendetem Kolbengang durch eine Spiralfeder auf seinen Sitz zurückgedrückt. Das Auspuffventil *b* dagegen wird mittels des von der Motorachse durch Nocken *c* auf- und abbewegten Stiftes *d* gesteuert. Hierbei sorgt ein Zahnradgetriebe 2 : 1 (*e* und *f*) dafür, dass das Ventil bei jedem

zweiten Kolbenaufgange geöffnet wird. Die verbrannten Gase entweichen dann in den Auspufftopf (Fig. 27), welcher, um das Geräusch zu dämpfen, mit drei Abteilungen versehen ist. Eine Spiralfeder *23* schliesst das Ventil sofort wieder, wenn der Stift *d* abwärts geht.

Der vordere Teil *8a* des Behälters *8* (Fig. 24) ist für den Benzinvorrat bestimmt; er fasst etwa 7 Liter. Durch einen Schwimmer lässt sich das Benzinquantum stets kon-

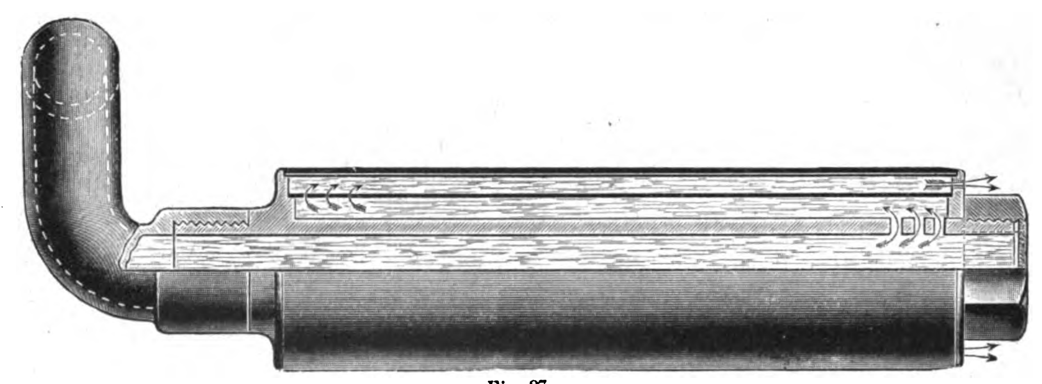


Fig. 27.
Auspufftopf zum Neckarsulmer Motorzweirad.

trollieren. An den Boden des Behälters *8* schliesst sich das Röhrchen *3a*, zum Vergaser *3* führend, an.

Letzterer (Fig. 28) besteht in der Hauptsache aus zwei Hohlzylindern, dem weiteren mit dem Benzinzulauf und der Regulierung der zuströmenden Menge, sowie dem engeren für die Zerstäubung des Benzins und die Luftzufuhr. Das Benzin, vom Behälter kommend, gelangt durch das Rohr *3a* (Fig. 28) zum Raum *a*, umströmt die Verschlussschraube *2* in einer ringsumlaufenden Rille, geht durch zwei Bohrungen in das Innere der Schraube und von hier durch die Ventilöffnung *4* zu dem weiteren Hohlzylinder. Zum Abfangen von Verunreinigungen sind der Benzinhahn am Reservoir und der Ausgang aus der Verschlussschraube *2* mit einem feinen Sieb versehen.

Die selbsttätige Benzinzufuhr und deren Regelung erfolgt durch die luftdichte Schwimmerkapsel *6*. Sie steckt auf dem Ventilstift *4* und trägt die auf letzteren einwirkenden Balanciers *7*. Ist genügend Benzin eingeflossen, so wird die Schwimmerkapsel so weit gehoben, dass die Balanciers den Ventilstift *4* mit seiner unteren Spitze in die Ventilöffnung

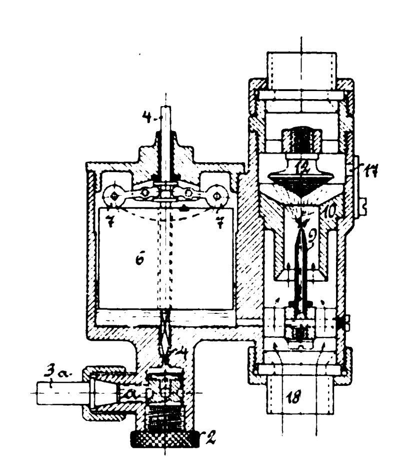


Fig. 28.
Vergaser zum Neckarsulmer Motorzweirad.

hineindrücken und der weitere Zufluss des Benzins gehemmt ist. Die Vorrichtung wirkt derart, dass bei jeder Ansaugeperiode nur soviel Benzin einströmen kann, als jeweils bei dieser Periode verbraucht wird.

Die eigentliche Vergasung findet nun in den engeren Hohlzylindern dadurch statt, dass das Benzin durch Ausspritzen aus dem Röhrchen *9* gegen den gerippten Zerstäuberkegel *12* schnell verdunstet und sich mit der durch Rohr *18* eingesaugten Luft mischt. Dieses Rohr liegt, um die Luft zwecks schnellerer Vergasung anzuwärmen, um den Motorzylinder herum. (Vergl. Fig. 24.)

Die Zufuhr des Gasgemisches zum Motorzylinder wird mittels des Drosselhahnes *4a* (Fig. 24), an welchem sich ein mit Handgriff *4* versehener Hebel befindet, vom Sitz aus reguliert. Diese Einrichtung ist aus Sparsamkeitsrücksichten sehr vorteilhaft. Beim Bergabfahren kann die Gaszufuhr vollständig abgestellt, und auf ebener glatter Strasse soweit abgedrosselt werden, als eben der Motor noch regelmässig funktioniert; dadurch wird viel Betriebsmaterial erspart. Einen weiteren Vorzug hat der Drosselhahn zum Langsamfahren insbesondere durch Orte, wo in der Regel eine Geschwindigkeit von 12 km in der Stunde einzuhalten ist. Wenn nun bei Nachzündung das Tempo immer noch zu rasch ist, so kann man durch Abdrosseln der Gaszufuhr das Tempo bis auf die geringste zulässige Geschwindigkeit herabmindern.

Zur weiteren Nachregulierung ist im Vergaser (Fig. 28) eine Oeffnung *17* vorgesehen, die bei warmer Witterung, sowie nach längerer Fahrt bei sehr heiss gewordenem Zylinder geöffnet wird.

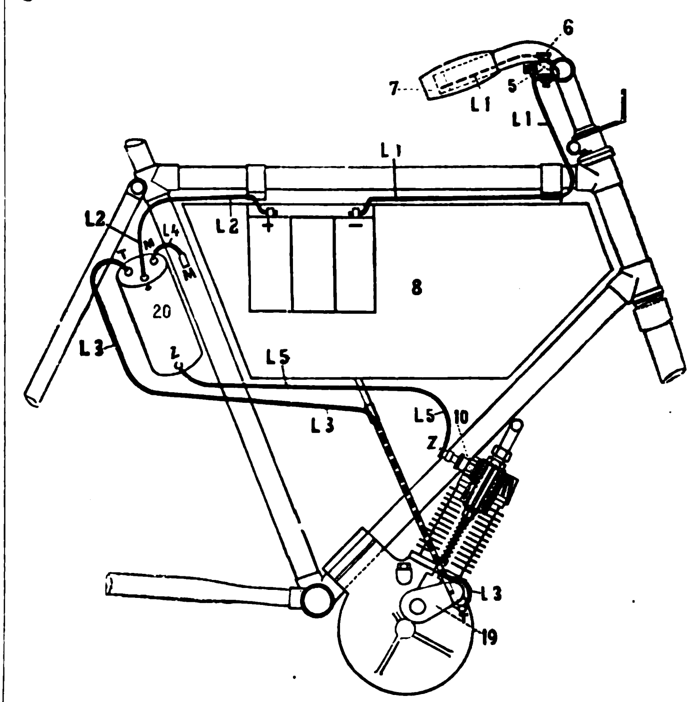


Fig. 29.
Elektrische Stromzirkulation beim Neckarsulmer Motorzweirad.

Die hintere Abteilung *8c* des Behälters *8* (Fig. 24) fasst etwa $^1/_2$ kg Schmieröl, das zu einer Fahrt von 600 km ausreicht. Die Schmierung geschieht vermittels eines Dreiweghahnens durch die Pumpe *13*, die das Oel durch Röhrchen *14* unmittelbar dem Motorgehäuse zuführt.

Von der mittleren Abteilung *8b*, in welcher sich die Batterie befindet, führt, wie Fig. 29 zeigt, der Leitungsdraht L_1 nach dem an der Lenkstange sitzenden Kontaktstiftgehäuse *5*, der Draht L_2 zu dem Induktions-

apparat *20*. Das Gehäuse *5* dient gleichzeitig zur Aufnahme des Kontaktstiftes *6*. Letzterer wird vor Beginn der Fahrt eingesteckt, und nach Beendigung derselben wieder herausgenommen, wobei der Strom unterbrochen ist, auch wenn der im linken Lenkstangengriff *7* befindliche Kontakt noch eingeschaltet sein sollte.

Der dritte Leitungsdraht L_3 geht von der Schraube *T* des Induktionsapparates *20* durch die Achse der mit Handgriff *2* versehenen Schubstange (s. auch Fig. 24) zum Unter-

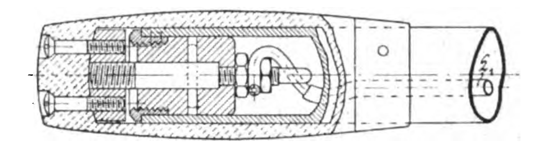


Fig. 30. Kontaktgriff zum Neckarsulmer Motorzweirad.

brecher *19* (Trembleur). Vom unteren Teil des Induktionsapparates bei *Z* geht der Leitungsdraht L_5 zur Zündkerze *10*. Diese Leitung endigt in einer Kupferhülse.

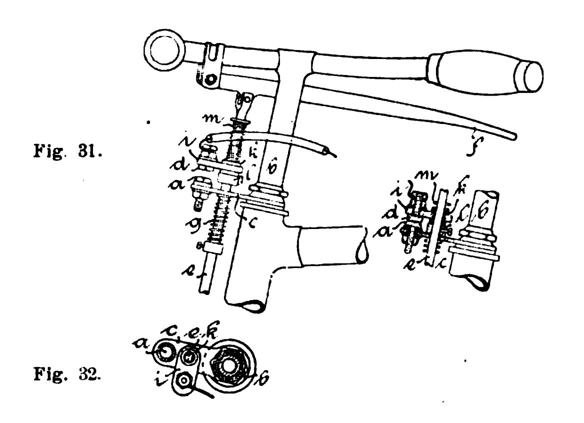


Fig. 31.

Fig. 32.

Kontakthebel der Fahrrad- und Maschinenfabrik A.-G. vorm. H. W. Schladitz

Da sich die Vorrichtung zum Ein- und Ausschalten des Stromes im Lenkstangengriff (Fig. 30) befindet, so kann der Fahrer die Arbeitsleistung des Motors dadurch spielend mit der linken Hand regeln, dass er durch eine kleine Linksdrehung dieses Griffes den Strom einschaltet, während derselbe durch Rechtsdrehen ausgeschaltet wird, und der Motor zu arbeiten aufhört. Bei Anwendung der Trockenbatterie reicht der Strom für etwa 5—7000 km aus.

Die *Fahrrad- und Maschinenfabrik A.-G. vorm. H. W. Schladitz* in Dresden verlegt dagegen den Kontakt nicht in den Lenkstangengriff, sondern verbindet ihn mit dem Bremshebel (D. R.-P. No. 119314).

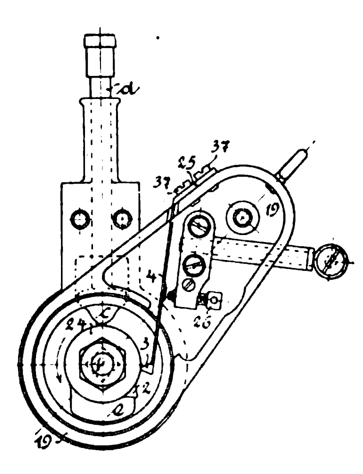


Fig. 33.
Zündungsregulierung zum Neckarsulmer Motorzweirad.

Zu diesem Zweck ist, wie Fig. 31 zeigt, das eine Kontaktstück *a* an dem, mit dem Lenkstangenrohr *b* fest verbundenen Arm *c*, und zwar isoliert zu diesem, angeordnet. Das andere Kontaktstück *d* ist an der Bremsstange *e* ebenfalls isoliert befestigt. Beim Hochziehen der Stange mittels des Bremshebels *f*, d. h. beim Bremsen wird also gleichzeitig der Strom unterbrochen und nach Freigabe des Bremshebels wieder geschlossen.

Um nun, z. B. bei Aussergebrauchstellung des Fahrzeuges, den Kontakt auch ohne Benutzung der Bremse lösen zu können, ist der Arm *i* mit der Isolationsbrücke *k* zwischen dem Stellring *l* und der Spiralfeder *m* auf der durch den Arm *c* lose geführten Bremsstange *e* drehbar angeordnet, sodass nach seiner Beiseitedrehung der Kontakt *a d* gelöst bleibt (Fig. 32). Die Feder *m* ist vorgesehen, um zu verhüten, dass durch Erschütterungen der Kontaktarm *i* selbsttätig in oder ausser Kontaktstellung tritt.

Die Vorrichtung zum Regeln der Zündung zeigt Fig. 33. Auf der Achse *1* sitzt fest die Unterbrecherscheibe *24*. Sie drückt die Abschlagfeder *25* bei jeder Umdrehung einmal nach rechts, indem ihr Nocken *2* unter dem Kopf *3* der Feder fortgleitet. Hierbei wird der Platinkontakt *4* gegen das Ende der Kontaktschraube *26* gedrückt und der Strom zur Zündung geschlossen. Die Abschlagfeder ist mit den Schrauben *37* an der birnförmigen Scheibe *19* befestigt, welche die Unterbrecherscheibe umfasst und mittels Schubstange mit Handgriff *2* (Fig. 24) um die Achse *1* verstellt werden kann. Fig. 24 und 33 zeigen die normale Stellung, bei ihr tritt „Nachzündung" ein, d. h. die Zündung erfolgt, nachdem der Kolben seine höchste Stellung im Motorzylinder

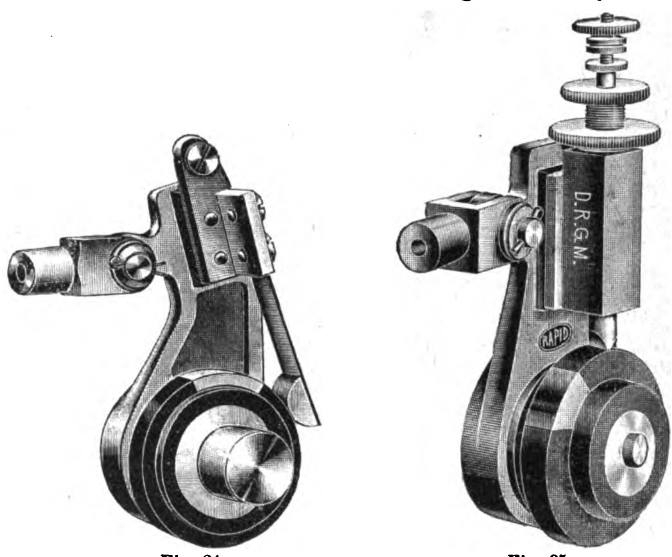


Fig. 34. Fig. 35.
Zündungsregulierung der „Rapid" Akkumulatoren- u. Motorwerke G. m. b. H.

erreicht hat. Wird der Handgriff gehoben, die Scheibe *19* also nach rechts (unten) gedreht, so bewegt sich der Kopf *3* dem Nocken *2* entgegen und die Zündung erfolgt als „Vorzündung", kurz bevor der Kolben seinen höchsten Stand

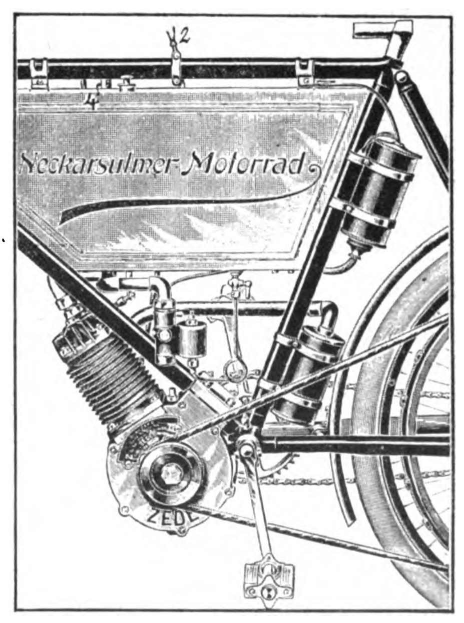


Fig. 36.
Motorzweirad Type 1903 der Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.

erreicht, seine Kompressionstätigkeit beendet hat. Die Fahrgeschwindigkeit wird durch die Vorzündung erheblich gesteigert, und zwar macht der Motor bei Nachzündung 1200 bis 1400 Umdrehungen, bei Vorzündung dagegen 1800 Umdrehungen.



Auf der Achse *1* sitzt ferner der Nocken *e*, der mittels eines am Ventilstift *d* sitzenden Nockens *c* das Auspuffventil lüftet.

Statt des Platindruckkontaktes versehen die *„Rapid“ Akkumulatoren- und Motorwerke G. m. b. H.* in Schöneberg-Berlin ihre Zündregulierung mit einem Schleifkontakt. Bei ihm sitzt das Kontaktstück, wie Fig. 34 zeigt, auf der Hartgummiunterbrecherscheibe und schleift bei jeder Umdrehung derselben an der Kontaktfeder vorbei. Da die Feder nicht nach vorne gezogen, wodurch das Gaszufuhrrohr *9* (siehe auch Fig. 25 u. 26) geöffnet wird. Der Kontaktgriff *7* wird nun nach links gedreht, und der zur Zündung nötige Strom ist geschlossen. Der Fahrer treibt jetzt das Fahrzeug wie ein gewöhnliches Zweirad mittels der Tretkurbeln an, bis die Explosionen regelmässig erfolgen. Der Kompressionshahn *h* wird jetzt geschlossen, sodass der Motor nun seine volle Kraft abgibt.

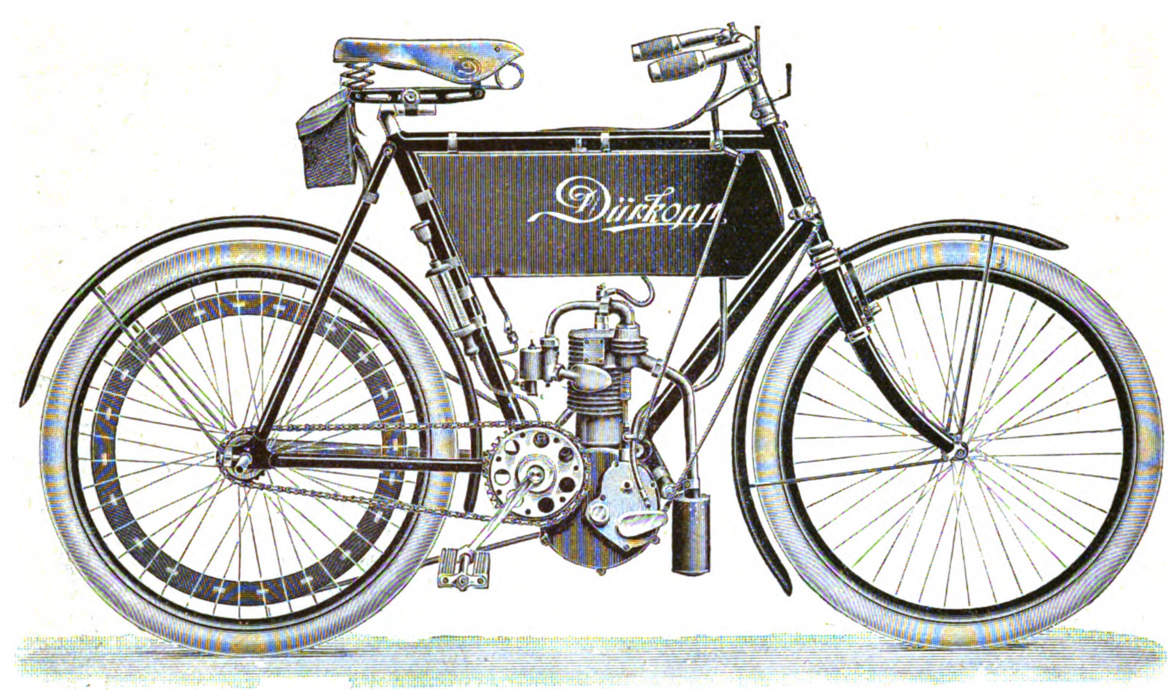


Fig. 37.
Motorzweirad der Bielefelder Maschinenfabrik vorm. Dürkopp & Co.

nachstellbar ist, so verändert sich infolgedessen mit der Abnutzung der Kontaktflächen auch deren Andruck. Ausserdem verliert die Biegungsfeder im Laufe der Zeit einen Teil ihrer Federkraft. Diese Uebelstände sucht letzgenannte Firma dadurch zu vermeiden, dass sie eine Torsionsfeder in Anwendung bringt (Fig. 35) die auf einen Kontaktstift wirkt,

Die Kraftübertragung geschieht mittels gedrehter Riemenschnur auf eine am Hinterrad befestigte Scheibe.

Die neueste, diesjährige Konstruktion dieses Motorzweirades, wie solche Fig. 36 zeigt, hat wesentliche Verbesserungen und Vereinfachungen erfahren. So ist die Bedienung des Motors jetzt auf einen einzigen Hebel, den

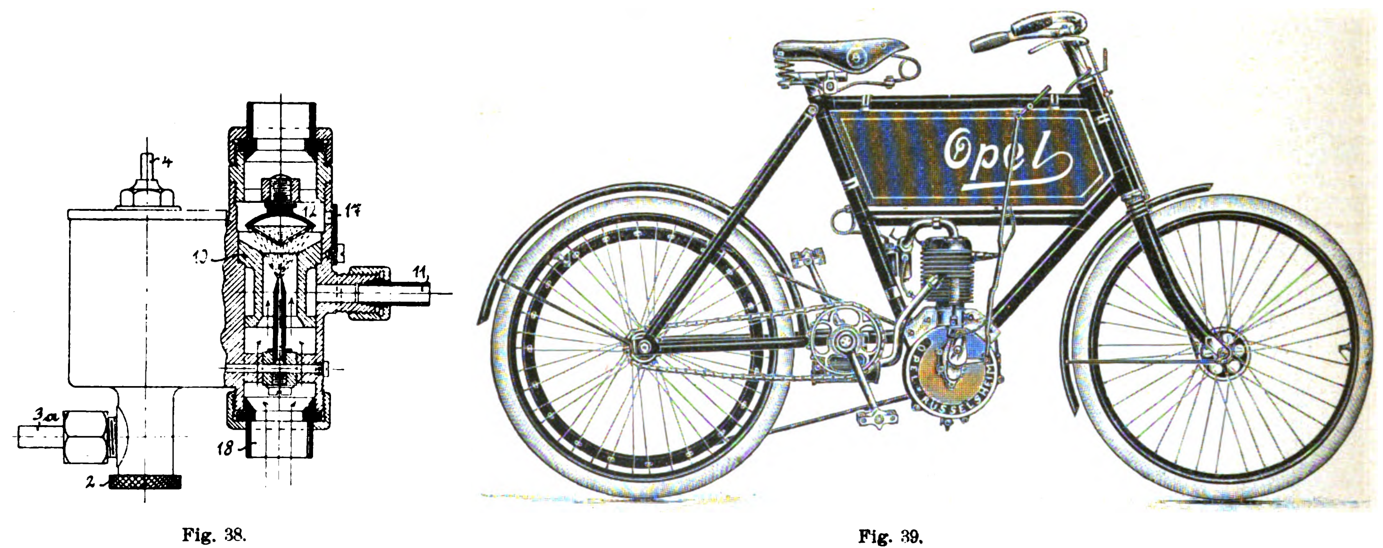


Fig. 38.
Verbesserter Vergaser.

Fig. 39.
Motorzweirad von Opel.

der zur Regelung des Andruckes der Kontaktflächen, der Abnutzung der Schleifscheibe entsprechend, nachgestellt werden kann.

Die Betätigung des eben beschriebenen Motorzweirades (Fig. 24) geschieht folgendermassen: Nachdem der Kontaktstift *6* (Fig. 24 u. 29) in das Gehäuse *5* eingesteckt ist, wird der Handgriff *1* vollständig nach oben gestellt und hierdurch der Kompressionshahn *h* (Fig. 26) geöffnet. Der Handgriff *2* wird in seine tiefste Lage auf Nachzündung gestellt, und der Handgriff *4*

Zündungshebel *2*, beschränkt. Zum Anfahren oder Schieben des Fahrzeuges wird nicht mehr der früher vorgesehene Kompressionshahn *h* (Fig. 25 u. 26) geöffnet, sondern es wird das Auspuffventil *b* vermittels eines Fingerhebels, wie bei dem *Dürkopp*-Motorzweirad (Fig. 37), jedoch zugleich durch den Zündungshandgriff in die Höhe gehoben und zwar dann, wenn derselbe ganz nach unten steht. Dieser Hebel hat jetzt gewissermassen drei Stationen, nämlich:

1) Handgriff ganz nach unten zum Anfahren oder

Schieben des Fahrzeuges. 2) Handgriff nach der Mitte gestellt, sodass der Auspuffventilhebel an dem Auspuffventilstift *d* (Fig. 26) nicht mehr aufschlägt. Hierdurch wird Nachzündung (langsame Fahrt) erzielt. 3) Handgriff nach oben verstellt, ergibt Vorzündung (rasche Fahrt).

Der Vergaser (Fig. 28) ist nach den Ergebnissen der Erfahrungen in der Praxis wesentlich verbessert worden. Der Gasentwicklungsraum ist erweitert und dadurch eine reichlichere Gasabfuhr ermöglicht worden.

Um auch bei strenger Kälte ein wirksames Gemisch zu erzielen, hat dieser Vergaser dahingehend eine Verbesserung erfahren, dass an Stelle des um den Zylinder herumgeführten Luftansaugerohres *18* (Fig. 24) ein Röhrchen *11* (Fig. 38) tritt. Dieses steht, wie Fig. 39 bei einem *Opel*rad zeigt, mit dem Auspuffrohr in Verbindung und mündet in einen ringförmigen Kanal der Hülse *10* des Vergasers (Fig. 38). Die Hülse wird dadurch von den heissen Auspuffgasen umspült, wodurch die bei *18* angesaugte Luft erwärmt wird, sodass eine schnellere Vergasung erfolgt. An warmen Tagen, wo keine Vorwärmung nötig ist, wird die Oeffnung im Vergasergehäuse mittels Schiebers verschlossen, und hierdurch der Durchgang der Auspuffgase durch den Ringraum verhindert.

Eine weitere Vorrichtung zum Anwärmen der Luft ist die, dass an Stelle des mit dem Auspufftopf verbundenen Röhrchens *11* ein Trichter tritt, der bis nahe an den Motorzylinder reicht, sodass die Luft, ehe sie in den Trichter eintritt, am Zylinder vorbeistreichen muss. Diese Anordnung zeigt Fig. 37.

Im Grunde genommen, kann von einem automatischen Vergaser bei dieser kleinen Type für Motorzweiräder kaum die Rede sein, denn das Verhältnis zwischen Luft- und Benzingas ist je nach der Tages- und Jahreszeit, nach dem Klima, nach der Hitze und Tourenzahl des Motors um eine Kleinigkeit zu verändern und dieses muss durch den Fahrer selbst geschehen. Zu diesem Zwecke ist eine Vorrichtung in Verbindung mit dem Drosselhahn (Fig. 40) derart angebracht, dass die Regulierung auf bequemstem Wege während der Fahrt vorgenommen werden kann, und zwar in der Weise, dass die obere Hülse *4* (Fig. 36 und 40) an dem Luftzufuhrrohr je nach Bedarf verstellt wird, wodurch die oben angebrachten Luftlöcher teilweise oder ganz geöffnet oder geschlossen werden. Der Drosselhahn selbst ist vollständig geöffnet, wenn der an der Hülse *4* angebrachte Handgriff (Fig. 40) ganz nach vorn steht; durch Rückwärtsdrehen desselben wird die Gaszufuhr abgedrosselt, bis beim Stand des Griffes ganz nach hinten der Hahn vollständig geschlossen ist und kein Gas mehr in den Zylinder tritt. Im übrigen trifft das auf S. 598 Gesagte über den Drosselhahn auch hier zu.

Als weitere Verbesserung ist die Vergrösserung des Auspufftopfes zu nennen, wodurch das Geräusch der Abgase um ein ganz bedeutendes verringert ist.

Mit dem $1^3/_4$ PS Fahrzeug können Geschwindigkeiten bis zu 50 km in der Stunde, mit dem 2 PS-Motor weit grössere erreicht werden.

Trotzdem sind die Betriebskosten nur gering, da je nach dem Gelände für 35—50 km Wegstrecke nur 1 Liter Benzin erforderlich ist. Eine einmalige Füllung des Be-

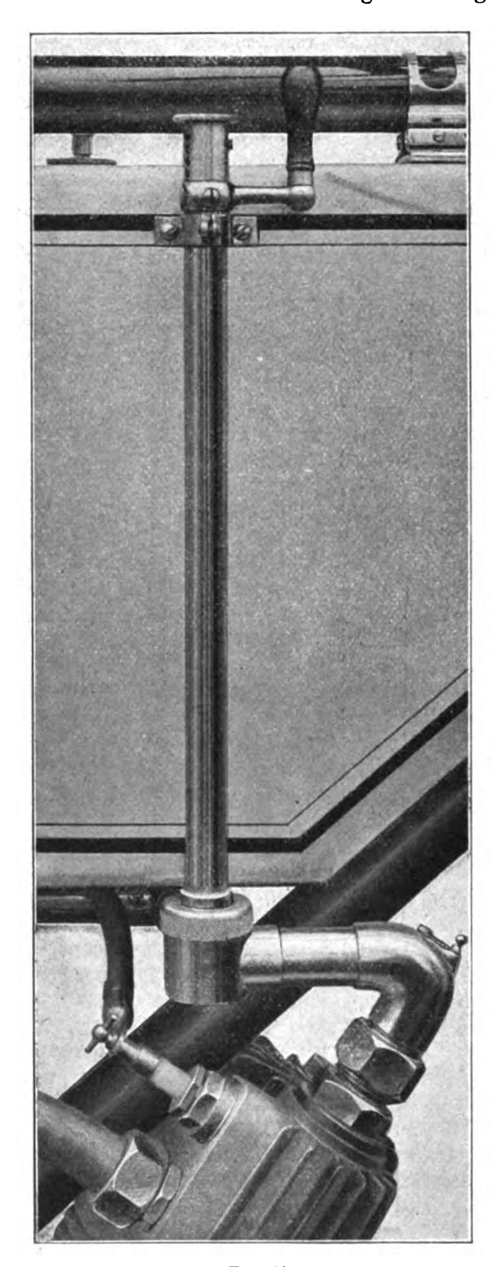


Fig. 40.
Drosselhahn und Gemisch-Nachregulierung zum Neckarsulmer Motorzweirad.

hälters reicht für 250—350 km aus. Das Gewicht ist etwa 40—45 kg für das $1^3/_4$ PS, und etwa 50 kg für das 2 PS Fahrzeug. (Fortsetzung folgt).

Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Fortsetzung von S. 580 d. Bd.).

4. *Die Langsiebpapiermaschine.*

a. *Das Sieb.*

Fortwährend vergrössert sich die Breite des Siebes, um damit auch breitere Bahnen, also auch mehr Papiergewicht bei derselben Geschwindigkeit des Siebes herzustellen, wobei auch diese, wie schon in früheren Berichten erwähnt, auf ein teilweise beängstigend hohes Mass gestiegen ist. Maschinen von 3200 mm Siebbreite sind u. a. von der Maschinenfabrik *Füllner* bereits zahlreich ausgeführt worden, solche von 3600 mm Breite folgten und heute steht die Sache so, dass man ernstlich von der Annäherung an bekannte amerikanische Verhältnisse auch bei uns spricht und Sieben von 4 m Breite das Wort redet, was bei den Metalltuchfabriken, welche solche Abmessungen nicht gewohnt sind, besondere Einrichtungen erfordert.

Was das Weben der Metalltücher anlangt, so hat die Vorkehrung der Metalltuchfabrik von *Gottlieb Heerbrandt* manches für sich: der Kette auf dem Stuhle elastische Spannung zu geben, um die starre Spannung während des

Webens aufzuheben und dadurch schon während der Herstellung das Sieb zu schonen, die Drähte desselben nicht zu sehr anzustrengen.

In anderer Weise will *Karl Kufferath* in Mariaweiler nach dem D. R.-P. 102225 und dem amerik. Patent 617581 die längere Dauer des Siebes anstreben. Er stellt eine Art dreibindigen Köper her und erreicht dadurch Vorteile, welche Köpergeweben überhaupt eigentümlich sind: die Büge der Kettenfäden sind weniger häufig, also auch weniger scharf, die Berührung auf den Walzen u. dergl. während des Darüberschleifens der Siebe wird günstiger u. s. w. falls man auf die Unterseite den Kettenüberschuss, auf die Oberseite die grössere Schussmenge vortreten lässt. Das Ganze wird weicher, biegungsfähiger. Auch können hier leichter dickere Kettenfäden angewendet werden.

Um Falten im Siebe, selbst bei grosser Geschwindigkeit desselben zu vermeiden, stellt *I. W. Andr. Kufferath* in Düren nach D. R.-P. 120568 das Metalltuch bei ganz gewöhnlicher Leinwandbindung so her, dass in regelmässigen Abständen doppelte Kettenfäden angewendet werden, welche aber nicht etwa sich so verhalten, wie ein einziger Faden, sondern regelmässig (leinwandartig) gebunden und nur näher zusammengerückt sind. Es scheint der Gedanke dabei vorzuwalten, die Siebe sozusagen in schmälere, nebeneinander laufende und doch zusammenhängende Streifen zu zerlegen.

Auch der Vorschlag ist aufgetaucht, flache Kettenfäden und nicht runde zu gebrauchen, um dadurch ebenere Siebflächen zu erzielen u. a. im amerik. Patent 600352 von *J. C. Bell* in Springfield. Doch dürfen wir nicht übersehen, wie leicht sich solch ein Flachdraht verdreht und dadurch seine Schneidenseite nach oben kehrt, wodurch das Sieb unbrauchbar wird.

Auch auf den bereits bekannten Vorschlag, das papierbildende Sieb durch ein anderes zu stützen, um dadurch das erstere feiner machen zu können, ohne fürchten zu müssen, dass es zu rasch zu grunde geht, wird zurückgegriffen. *F. J. Marshall* gibt diesen Vorschlag im amerik. Patent 635266, wobei das Stützsieb natürlich das gröbere ist. Er legt besonderen Wert auf die richtige Spannung der beiden Siebe, was ja zweifellos anzustreben ist. Er veranlasst dies dadurch, dass im gemeinsamen Bocke je eine Spannrolle für jedes der beiden Siebe durch Schrauben gestellt wird.

b. Die Bildung des Papierblattes auf dem Sieb.

Eine Reihe von Patenten bezieht sich darauf, durch geeignete Mittel, die richtige Bildung des Papierblattes während des Sieblaufes zu regeln. Hierfür soll gesorgt werden, einerseits unmittelbar beim ***Auflaufen des Stoffes***, andererseits durch die ***Schüttlung*** und die ***Siebsteigung***.

Die D. R.-P. 97872 und 97873 von *B. Tugendhat* trachten die Eingangspartie richtig zu gestalten. Die Maschinenfabriken ***Füllner*** und ***Gebr. Bellmer*** haben die

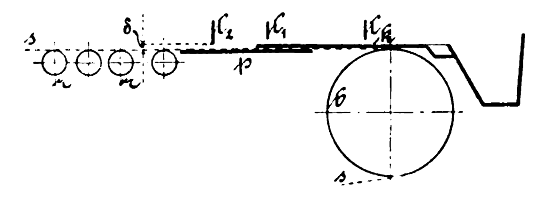


Fig. 85.

Ausführung übernommen. *Tugendhat* ersetzt (Fig. 85) in der Nähe des Siebleders k einige Registerwalzen r durch eine (verschiebbare) bearbeitete Siebplatte p, welche das Sieb s trägt und durch engen Anschluss an dasselbe eine Zeit lang das Stoffwasser hindert, durch das Sieb hindurch nach unten abzufliessen. Damit ist aber das Absetzen von Fasern, der Beginn der Papierbildung auf später verlegt, dorthin, wo der Stoff entwässert werden kann. Dem steht gegenüber die gewöhnliche Arbeitsweise, bei welcher unmittelbar beim Ablaufen des Stoffes vom Siebleder und Auflaufen auf das Sieb die Papierbildung beginnt, nachdem das Wasser sofort, wenn auch wegen der eng gestellten Registerwalzen nicht sehr rasch, nach unten durchlaufen kann. Ist darnach die Neuerung von *Tugendhat* als eine Verbesserung zu betrachten? Ueberlegen wir. Wenn gleich mit dem Auflaufen, dann also, wenn der Stoff immerhin unruhig auf das Sieb gelangt, zwischen den Linealen (Schützen) l_1, l_2 auch die Entwässerung, somit die Papierbildung beginnt, so ist anzunehmen, dass die Fasern sich wirrer durcheinander, was ja für die Verfilzung ganz gut wäre, aber auch unregelmässiger in der lotrechten Richtung absetzen, wodurch ein Anlass zur Ungleichmässigkeit des Blattes gegeben wäre. Wenn der Stoff aber, ohne Fasern abzusetzen, zwischen den Schützenlinealen ruhiger stehend, unter der letzten Schütze auf das Sieb fliesst, so ist eine ganz gleichmässige Höhe der Stoffschicht δ und damit ein gleichmässig dickes Blatt eher gewährleistet. Nachdem auch die Schüttlung den noch mit ausserordentlich viel Wasser versehenen Stoff gewiss sehr stark beeinflusst und gute Verfilzung veranlasst, so ist viel Gewähr für die Erzielung eines gleichmässigen guten Papiers durch die *Tugendhat*sche Siebplatte geboten. Hierfür spricht auch eine Anordnung, welche schon in *Hofmanns* Papierfabrikation angegeben ist, wonach in der französischen Feinpapierfabrik *Kléber* dadurch gleichmässiges Papier erzielt wird, dass das Siebleder k sich bis zum letzten Schützen l_2 fortsetzt. Damit ist, weil das Sieb von oben zugedeckt ist, auch der Wasserablauf vor l_2 gehindert und der Erfolg ein ganz ähnlicher, wie jener durch die Siebplatte p. Was nun die zweite *Tugendhat*sche Vorrichtung anlangt, wonach die Entfernung der beiden Lineale l und l_2 und ihre Lage in der Längenrichtung des Siebes eingestellt werden kann, indem l und l_2 durch geeignete Schrauben näher oder weiter gegeneinander und gegen den Siebbeginn festgelegt werden, so vermag Verfasser einen besonderen Vorteil darin in Verbindung mit der Siebplatte p nicht zu finden. Anders läge es, wenn die Siebplatte nicht vorhanden wäre. Da hätten wir in dem Raum zwischen den Schienen eine Stoffmenge, aus der sich Fasern infolge schon stattfindender Entwässerung auf das Sieb zur Papierbildung bereits absetzen. Dabei wäre die grössere oder geringere Entfernung von l_1 und l_2 nicht mehr gleichgiltig. Wenn l_1 und l_2 weiter auseinander stehen, ist eine grössere Ablagerungsfläche gegeben. Mit der Siebplatte aber scheint dem Verfasser die Anwesenheit von l, l_1 und l_2 nur die Bedeutung zu haben, dass eine ruhigere Stoffmenge gewonnen wird, deren Breite nur von untergeordnetem Einfluss sein dürfte, besonders dann, wenn nach dem *Tugendhat*schen Patente die Siebplatte p auch noch gegen die Registerwalzen verstellt werden kann.[6])

Mit den soeben besprochenen Einrichtungen, wie auch mit jenen, welche die neuestens vielfach empfohlene, veränderliche Siebsteigung betreffen, scheint dem Verfasser die Frage der Entwässerung des flüssigen Stoffes auf dem Siebe, die Bildung des Papierblattes, nach verschiedenen Richtungen innig zusammenzuhängen. Es sei versucht, diesen Verhältnissen auf dem folgenden Wege etwas näher zu treten.

Auf der Handform bewegt sich das Sieb relativ gegen den Stoff, von der Schüttlung abgesehen, nicht. Es setzen sich also alle Fasern aus dem auf die Form gebrachten Stoffe, abgesehen von jenem Anteile, welcher durch die Siebmaschen entschlüpft, auf dem Siebe ab und bilden ein Blatt von bestimmter Stärke. Bei der Langsiebpapiermaschine aber bewegt sich das Sieb ununterbrochen weiter, der Stoff fliesst ununterbrochen zu, und zwar recht unruhig, wenn auch, wie schon bemerkt, durch die verschiedenen Schützen die Unruhe gemildert werden mag. Unleugbar tritt Wasser aus dem Stoffe durch die Siebmaschen, sobald dieselben frei sind, wenn also keine *Tugendhat*sche Platte oder ein sehr langes Siebleder angebracht ist, schon zwischen den Schützen. Muss dies aber schon endgiltige Ablagerung der Fasern bedeuten, und zwar sofort? Es scheint dem Verfasser, als ob die sichere Beantwortung dieser Frage recht schwierig wäre. Zweifellos steht ja zwischen den Schützen eine ziemlich hohe Stoffmenge, welche durch den Abfluss Wasser verliert, aber durch den Zufluss sofort wieder wasserreicheren Stoff erhält, der gerade unten zuströmt und daher möglicherweise die sich allenfalls absetzenwollenden Fasern nicht hierzu gelangen lässt. Auch die dort am meisten fühlbare Schüttlung scheint bei dem hohen Stoffstande dem Liegenbleiben der Fasern nicht günstig. Andererseits muss man sich vor Augen halten,

[6]) Verfasser hat einschlägige Entwässerungsversuche unternommen, welche aber noch nicht zu deutlichen Ergebnissen geführt haben.

dass die Zuflussgeschwindigkeit des Stoffes kaum viel sich von jener des Siebes unterscheidet, so dass also die relative Bewegung zwischen Stoff und Sieb recht gering, wenn nicht Null sein kann, wodurch dann nahezu ähnliche Verhältnisse, wie bei der Handform hinsichtlich des Absetzens der Fasern, auftreten, nur verweilt irgend eine Stoffpartie nur ungemein kurze Zeit zwischen den Schützen, weil das Sieb besonders bei den heutigen Schnelläufern so ausserordentlich schnell fortschreitet. Man kann die Zeit für das Verweilen zwischen den Schützen rund mit etwa einer halben Sekunde einschätzen.

Dies alles dürfte für eine mindestens ungefähre Beurteilung in allen Fällen anzunehmen gestatten, der Stoff trete unter der letzten Schütze nahezu noch mit dem vollen Wassergehalt mit der Geschwindigkeit v, Fig. 86, auf das mit der Geschwindigkeit c fortschreitende Sieb s. Soll nun ein Papier von q Gramm für das qm erzeugt werden, so müsste für ein Meter Breite des Siebes in c Meter Länge $q \cdot c$ Gramm Papiermasse enthalten sein, wenn nicht c Meter Länge auf dem Sieb nach dem Austrocknen oft einer geringeren Länge entsprechen würden. Nennen wir diesen Schwindungskoeffizienten α, so wiegt also die Papiermasse, welche in c Meter Länge am Sieb enthalten ist, nur $\alpha \cdot c \cdot q$ Gramm. Dies entspricht bei p v. H. Stoffgehalt in der zuströmenden Masse: $\alpha \frac{100}{p} c\, q$ Gramm.

Fig. 86.

Dieses Gewicht an Papierstoff, hervorströmend unter der letzten Schütze, würde aber noch nicht ausreichen, um das gewünschte Papier zu erzeugen, weil ja einiger Stoff durch die Maschen des Siebes läuft und für das laufende Blatt verloren ist. Was solcherart abläuft, kann offenbar proportional gesetzt werden zu der überhaupt auflaufenden Menge, und das ist, wenn der Ausflusskoeffizient φ heisst, nach Fig. 86 in der Sekunde $\varphi \cdot v \cdot \delta$ für ein Meter Siebbreite. Wird der hiervon abfliessende Teil (durch die Siebmaschen) durch den Koeffizienten β charakterisiert, so ergibt sich aus der Ueberlegung, dass die ganze, unter dem Schützen zufliessende Stoffmenge aus der abrinnenden und der als Papierbahn verbleibenden Menge besteht, die Gleichung

$$1000000\, v \cdot \delta \cdot \varphi = \alpha \cdot \frac{100}{p} \cdot c \cdot q + \beta \cdot v \cdot \delta \cdot 1000000\, \varphi,$$

woraus folgt (δ in Metern):

$$\delta = \frac{q}{10000\, p} \cdot \frac{\delta}{\varphi\,(1-\beta)} \cdot \frac{c}{v}$$

Wählen wir v grösser, so wird unter sonst gleichen Umständen δ kleiner und umgekehrt, so dass jedenfalls die notwendige Stoffmenge auf das Sieb kommt, indem die Schützenhöhe, also δ, entsprechend gewählt wird. Wählt man aber v grösser oder kleiner als c, so haben wir jedenfalls eine Relativbewegung zwischen dem Siebe und dem Stoff, was zum mindesten bei besseren, gleichförmigeren Papieren nicht gut, eigentlich widersinnig ist, weil welliges Papier folgen muss. Darnach dürfte sich wohl empfehlen, $v = c$ zu machen. Will man dies aus besonderen Gründen nicht, — wird ja doch behauptet, dass insbesonders durch das Vorschiessen des Stoffes unter der Schütze bessere Verfilzung, allerdings auf Kosten der Gleichmässigkeit erreicht wird, — so ist v frei wählbar nach dem Gesagten und aus dem Werte für v, sowie jenen für die Koeffizienten, wobei insbesonders auf den Zusammenhang zwischen p und φ aufmerksam zu machen ist (Versuche des Verfassers über Stoffströmung in seinem „Holländer"), folgt dann eine bestimmte Höhe h, Fig. 86, für die Stoffoberfläche $a\,b$ vor dem Schützen.

Diese Grösse h müssen wir unbedingt einhalten, wenn wir v in dem nach oben gewählten Werte bekommen wollen. Ist das Sieb wagerecht geführt, so misst h die allgemeine Tiefe des Stoffes zwischen den Schützen. Steigt aber das Sieb an, so brauchen wir h unmittelbar beim Schützen, wie beim wagerechten Siebe, woraus folgt, dass der Stoffstand desto tiefer ist, je entfernter er von der Schütze l gemessen wird. Man hat also unter sonst gleichen Umständen bei ansteigendem Siebe zwischen den Schützen etwas mehr Stoff, als bei wagerechtem Sieb. Aus mehr Stoff setzen sich aber mehr Fasern ab, so wird häufig geschlossen, und deshalb tritt die Papierbildung schon früher ein. Ob das wirklich so zu nehmen ist, dürfte nach dem Vorangeschickten wohl zweifelhaft sein. Zum mindesten dann, wenn das Stoffwasser an dem Ablaufen zwischen den Schützen gehindert wird, ist ein vorzeitiges Absetzen der Fasern wohl ausgeschlossen und dann jedenfalls hierfür die Siebsteigung nach Ansicht des Verfassers gegenstandslos. Es sei aber nicht verhehlt, dass viele derartige Konstruktionen doch vorkommen, ohne dass hierfür ganz stichhaltige Gründe in den Zeitschriften zu finden wären. Ja, es wird sogar vorgeschlagen, bestimmte Qualitäten bei bestimmter Siebneigung zu arbeiten.

Bei der Anordnung von *Füllner* in Warmbrunn, nach D. R.-P. 99603, sind sämtliche Teile der Schüttelpartie gemeinsam von dem der Einlaufrinne g, Fig. 87, zunächst liegenden Ende aus zu heben oder zu senken, derart, dass bei der hierdurch erzielten Schrägstellung des Metallsiebes alle Teile der Schüttelpartie sowohl zum Metallsieb, als auch unter einander ihre Lage behalten. Alle stützenden Teile der Schüttelpartie sind auf einem Tragrahmen a montiert,

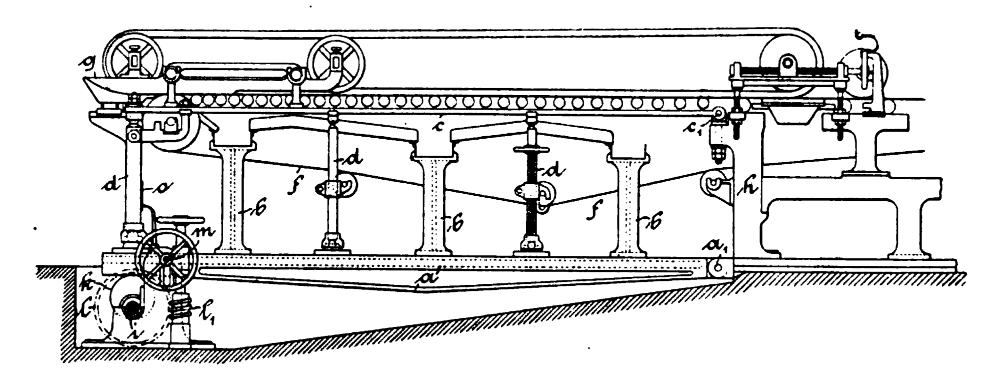


Fig. 87.

Wir entnehmen daraus, dass die Stoffhöhe für jeden einzelnen Fall mit all den Bestimmungsgrössen zusammenhängt, welche gerade für den betreffenden Fall als massgebend zu betrachten sind, dass es also durchaus nicht angeht, das, was für eine Stoffgattung, für eine Siebgeschwindigkeit u. dergl. an Erfahrung gewonnen wurde, ohne weiteres auf andere Fälle anzuwenden. Es steht dies in Uebereinstimmung mit dem, was Verfasser in seinem „Holländer" für die dort zu leistende Arbeit nachgewiesen hat.

Gehen wir auf obige Gleichung für δ etwas ein, so liegt die Frage nahe, wie soll das Verhältnis $c : v$ gewählt werden?

welcher bei a_1 drehbar am Hauptgestell h befestigt ist, wie die Sieblineale c bei c_1. Auf a sind die Ablaufrinnenständer b vollständig fest, während d, die Stützen der Siebliniale, gelenkig eingebaut sind. Links ruht der Tragrahmen auf zwei oder mehreren unrunden Scheiben k auf einer Welle i, welche durch Wurmrädertrieb $l\,l_1$ gedreht und dann mit irgend einer Vorrichtung m festgeklemmt werden können. Die Skala o lässt unmittelbar die Höhenstellung erkennen.

Mit der eben geschilderten, wie auch bei anderen ähnlichen Bauarten ändern sich durch die erläuterte Verstellung bei der Brustwalze unvermeidlich die Höhenverhältnisse beim

Stoffauflauf, wenn man die Siebneigung verändert. Um dies zu vermeiden, baut *I. M. Voith* in Heidenheim seine Schüttelpartie so, dass die Saugkasten in einen Rahmen gefasst und geeignet, mittels Schrauben, Keilen oder dergl. in der Höhenrichtung verstellt werden (D. R.-P. 102811). Dadurch ändert sich mit der Siebneigung auch der sogenannte Vorgautschwinkel bei der Presse, wovon auch ein günstiger Einfluss auf das Papier erhofft wird. *A. M. Böttger* beschreibt in seinem D. R.-P. 112584 eine aufgehängte Siebpartie, bei welcher die Neigung dadurch verändert wird, dass die einzelnen Aufhängestellen zu Exzentern ausgebildet sind, welche auf je einer Welle zu beiden Seiten des Gestelles gemeinsam sitzen, jedoch mit entsprechend geänderten Winkeln der Exzentrizitäten gegen den Horizont. Durch Verdrehung der erwähnten Aufhängewellen ändert sich die Siebneigung. Bei dem D. R.-P. 123044 von *Hamilton* wird der Tragbock für das freie Ende des Rüttelgestelles durch Schrauben nach der Höhe gerichtet.

Was *die Schüttlung* anlangt, so finden wir eine einfache und hübsche Neuerung im D. R.-P. 101856. Die Maschinenfabrik *Wagner & Co.* in Cöthen legt nach diesem Patente den Siebrahmen auf das vollständig feste Gestell unter Zwischenlage von Kugeln. Dadurch ist die Schüttlung nur in wagerechter Ebene, erinnernd an jene des Handsiebes, ohne weiteres auf die einfachste Weise ermöglicht. Aehnliches bezweckt *E. Barrett* im amerik. Patent 595753; die *Wagner*sche Einzelausgestaltung ist aber ungleich vollkommener.[7])

Als unmittelbares Organ für die Schüttlung gebraucht *G. Schultz* in Gernsbach D. R.-P. 116919 ein Fünfeck, welches gegen verstellbare Anschlagflächen in einem Rahmen an der Schubstange zum Siebrahmen trifft. Man kann dadurch den Hub während der Arbeit regeln und etwaigen Verschleiss beheben.

Ganz eigentümlich und in seinem Erfolg wohl sehr zweifelhaft ist der Vorschlag von *Annandale* in seinem amerik. Patent 660808 und D. R.-P. 118334, wonach auf die Wirkung der Schüttlung während des grössten Teiles des Siebweges ganz verzichtet und unmittelbar nach dem Auflauf des Stoffes auf das Sieb durch einen dort angebrachten Sauger der Stoff so weit entwässert wird, dass die Fasern schon beim Einlauf festgelegt sind, nachdem sie durch die dort allerdings am stärksten wirkende Rüttlung stark durcheinander gekommen sind.

Th. H. Savery, der bekannte Leiter der Maschinenfabrik von *Pusey & Jones* in Wilmington erhielt die amerik. Patente 635511 und 675072 auf neuere Bauarten für das Gestell des Langsiebes. Einerseits ordnet er alle Walzen stellbar an, sei es durch Schrauben, Keile oder dergl., andererseits wählt er als Stützen für den Siebrahmen eingespannte Federn, statt der sonst üblichen Gelenkstützen. Durch die genaue Stellbarkeit *aller* Walzen soll unmittelbare Uebereinstimmung in den Geschwindigkeiten erreicht und damit besseres, gleichmässigeres Papier erzielt werden. Durch die Feder-, an Stelle der Gelenkstützen, bezweckt *Savery* ein starres, festes Gestelle, das leicht verstellbare Siebneigung anzuwenden gestattet, zu erreichen und die kraftverzehrenden Drehzapfen und Lager zu vermeiden. Zum Teil wenigstens findet sich eine solche federnde Stützung des Siebrahmens auch bei der Ausführung von *J. A. White* nach amerik. Patent 620548.

Zur *Reinigung der Siebe* (oder Filze) wird häufig ein Spritzrohr angewendet, welches quer über den Sieb- (oder Filz-) Lauf geführt wird und dabei einen Wasserstrahl gegen die zu reinigende Fläche schleudert. Auch hierfür sind mechanische Vorrichtungen vorhanden, welche das in einem geeigneten Support gelagerte Mundstück über das Sieb hin und her führen. Man hat dafür Schrauben oder andere Bewegungseinrichtungen. Neuerdings schlägt *August Weihmüller* in Düren eine endlose Kette für diesen Zweck vor, welche durch einen Stift den Support für das Spritzrohr in der erwähnten Weise bewegt. (D. R.-P. 117874.)

F. L. Marschhausen in Hasserode reinigt das Sieb durch einen Flachdampfstrahl. Gemäss D. R.-P. 106201 wird der Dampf durch das Rohr *d*, Fig. 88, zugeführt und tritt durch einen schmalen, überdies durch Schraube *c* einstellbaren Spalt gegen das Sieb *g*, welches tunlichst nahe an dem Spalt vorübergeführt wird, so dass es tatsächlich kräftig getroffen und dadurch gereinigt wird. Damit der austretende Dampf nicht belästigt, kann die Reinigungsanlage weitgehend eingekapselt werden. Hierzu dient beim Eintritt das Kupferblech *b*, beim Austritt der Kasten *h*, *e*, welcher durch auf dem Siebe schleifende, und dabei die Ränder reinigende Bürsten *f*, *i* abgedichtet ist.

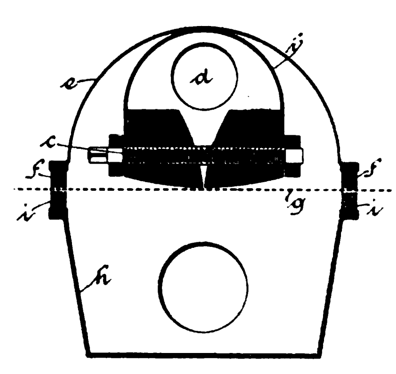


Fig. 88.

Manchmal ist es sogar notwendig, das Sieb mit Säure zu reinigen. Man macht dies auch so, dass man die Säure auf den Filzschlauch der oberen Gautschwalze bringt, worunter dieser aber sehr leidet und bald zerstört wird. *J. M. Shepherd* schlägt nun im amerik. Patent 658289 vor, durch eine an die unter dem Siebrahmen zurückgehende Siebpartie sich legende Walze, ähnlich wie bei Leim-, Gummiermaschinen u. dergl., Säure aus einem geeigneten Troge an das Sieb zu bringen. Auf diese Art hat man Zeit und Raum genug, die Säure rechtzeitig abzuspritzen, allenfalls auch den Filzschlauch der oberen Gautschwalze selbst mit Spritzwasser ausreichend zu bedienen, damit jener Schlauch keinesfalls leidet.

Die *Deckelriemen* werden meist so erzeugt, dass man eine Seele von parallel und ebenliegenden Segeltuchstreifen, welche durch Gummi oder dergl. verkittet waren, mit Kautschuk umhüllte. Diese Riemen können auf zwei Seiten gebraucht werden, so dass die Segeltuchstreifen mit der Lauffläche parallel liegen, auf den beiden anderen Seiten nicht. Um die Riemen auch für alle Seiten benützbar zu machen, gibt *Forsyth* nach amerik. Patent 669252 eine Seele aus gewickeltem Segeltuch.

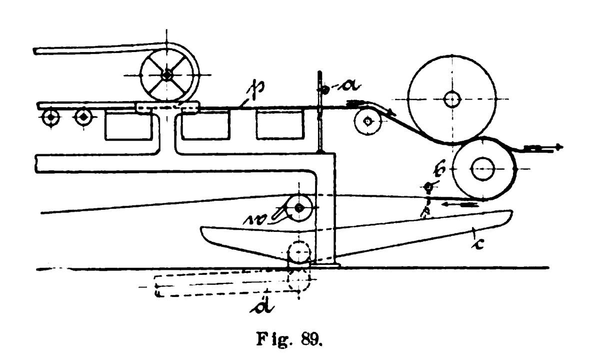


Fig. 89.

Bekanntlich werden auf dem Siebe die seitlichen Ränder des noch sehr weichen Blattes abgespritzt, um einen gleichmässigen und widerstandsfähigeren Rand der verbleibenden Papierbahn zu erzielen. Bei der heute üblichen Ausführungsweise werden die abgespritzten Stoffteile mit anderen Fasern und mit dem abfliessenden Stoffwasser fortgeschwemmt und nur teilweise, oft stark verunreinigt, wiedergewonnen. *Louis Kittner* in Crossen-Mulde gibt nun im D. R.-P. 125163 die Anregung, die abgespritzten, noch sehr weichen, leicht auflösbaren Teile unmittelbar wieder in die Fabrikation zurückzuführen. Hierfür wird, Fig. 89, die durch die Spritzvorrichtung *a* von der Bahn *p* abgetrennte Stoffmasse mit der nun abgegrenzten Bahn um die Gautschwalze, dann aber gesondert auf der Unterseite des Siebes unter dem Spritzrohr *b* vorbeigeführt, welches die auf dem Siebe haften gebliebenen Streifen in die Mulde *c* spült, in welche auch die allenfalls erst durch den Walzenschaber *w* gewonnenen Teile gelangen. Durch Rohr *d* und eine Pumpe etwa kann der so wiedergewonnene, reine Stoff unmittelbar wieder zurückgeschafft werden. Bemerkenswert ist, dass man sich auf diese Art

[7]) Der Verfasser bedauert, nähere Erläuterungen nicht geben zu können, nachdem er auf eine bezügliche Bitte von der Fabrik keine Antwort erhielt.

ersparen kann, auf dem Siebe eine besondere Formateinstellung vorzunehmen, weil man einfach die Spritzvorrichtung *a* nach Bedarf mehr oder weniger von der ein für alle Mal eingestellten Bahnbreite abtrennen lässt, nachdem ohnehin das Abgetrennte nicht verloren geht. Wir müssen allerdings dabei bedenken, dass in dieser Weise sehr veränderliche Stoffmengen in den Trog *c* gelangen, was für das Wegschaffen, insbesondere bei der Pumpe vielleicht Misstände verursachen könnte. Doch ist es immerhin denkbar, dass, gegenüber den jedenfalls aus *c* wegzuschaffenden bedeutenden Spritzwassermengen, Veränderungen in den Stoffmengen nicht so sehr fühlbar werden. (Fortsetzung folgt).

Eigenschaften und Herstellung der Kalksandsteine.

Von Dr. **Gustav Rauter.**

(Schluss von S. 586 d. Bd.)

Was die Art und Weise der Herstellung des Presskörpers oder Formlings anbetrifft, so sind hierbei zwei Systeme zu unterscheiden. Nach dem einen System ist die Bewegung des Presstempels zwangsläufig, sodass er unter allen Umständen das in die Pressformen eingebrachte Material bis auf eine gewisse, genau vorgeschriebene Dicke zusammendrücken wird. Nach dem anderen System fällt der Presstempel frei in die Pressform herab, sodass eine gewisse Dichtigkeit des Steines, nicht aber bei etwa veränderter Füllung auch genau gleiche Dicke erzielt wird. Im Interesse der Erzielung besonders sauberer Steine ist erstere Konstruktion vorzuziehen, zur Vermeidung von irgendwie eintretenden Unglücksfällen anlässlich des Hineingeratens fremder harter Körper in die Pressform, ist die zweite Art und Weise der Stempelführung besser. Um beide Anforderungen mit einander zu vereinigen, stellt man auch Pressen her, deren Stempel zwar zwangsläufig geführt werden, die aber so eingerichtet sind, dass bei Ueberschreiten eines gewissen Gegendruckes eine Sicherungsvorrichtung in Kraft tritt, um einen Bruch der Presse zu verhindern. Jedenfalls ist unter sonst gleichen Verhältnissen diejenige Konstruktion die beste, bei der das Eintreten eines Bruches nach Möglichkeit ausgeschlossen ist, und bei der es nach trotzdem erfolgtem Bruche am leichtesten und in kürzester Zeit möglich ist, den Schaden wieder auszubessern.

Auch noch ein anderer Punkt an der Presse ist von grosser Wichtigkeit, nämlich der Verschleiss der Formkästen. Durch die Reibung des in diese eingepressten Sandes tritt nämlich ein verhältnismässig sehr rascher Verschleiss dieser Kästen ein, sodass sich ihre Wandungen ausweiten und demgemäss die Steine zu gross ausfallen. Es ist nun wichtig, hier eine Presse zu haben, bei der sich dieser Verschleiss leicht wieder ausgleichen lässt. Dieser Ausgleich geschieht nun auf die einfachste Weise so, dass die Formtische mit auswechselbaren Einsätzen für die Pressformen versehen werden. Man hat dann nur nötig, im Falle der Abnutzung für diese Einsätze neue einzufügen. Früher wurde dieser Punkt öfters übersehen, sodass man dann jedesmal den ganzen Formtisch verwerfen musste.

Schliesslich ist noch darauf hinzuweisen, dass vielfach eine Heizung der Presstempel durchgeführt wird, um das Anbacken des Pressgutes an ihnen zu vermeiden. Zu dem Zwecke sind die Stempel hohl und im Innern mit Dampfheizung versehen. Es tritt so weit seltener als sonst die Notwendigkeit ein, die Presse zwecks Reinigung der Stempel still stehen zu lassen.

Von der Presse gelangen die Steine nunmehr in die Erhärtungskessel. Zu diesem Zwecke werden sie vom Presstisch abgenommen und sofort auf daneben stehende Plattformwagen gesetzt, die ohne weiteres in die Erhärtungskessel eingeschoben werden. Diese Plattformwagen müssen möglichst solide konstruiert sein, um das hohe Gewicht der auf ihnen ruhenden Steine tragen zu können, und ausserdem auf einer sorgfältig gelegten Schienenbahn laufen, die namentlich auch da gut in Stand zu halten ist, wo Drehscheiben oder Schiebebühnen in sie eingefügt sind. Denn es muss durchaus vermieden werden, dass das noch ziemlich mürbe und nur eben zusammenhaltende Material irgendwie in die Gefahr kommt, Stösse zu erleiden und dadurch zertrümmert zu werden.

Dass unter diese Plattformwagen öfters Gefässe zum Kalklöschen untergehängt oder untergeschoben werden, wurde bereits erwähnt.

Die Erhärtungskessel pflegen einen Durchmesser von etwa 2 m und eine Länge von 10 bis 20 m, unter Umständen auch noch mehr zu haben. Sie werden wagerecht gelagert, sodass die Wagen ohne weiteres in sie einfahren können. Aussen sind sie mit einem isolierenden Mauerwerk umgeben. Der schwierigste Punkt in ihrer Konstruktion ist die Erzielung einer guten Abdichtung für ihre Kopfenden, die einerseits dem bedeutenden Innendruck standhalten, andererseits aber auch leicht vorgesetzt und wieder entfernt werden müssen. Die Verschlussdeckel pflegen an Flaschenzügen beweglich zu sein, sodass sie im Falle der Füllung oder Entleerung des Kessels nach oben gezogen und nach Bedarf wieder herabgelassen werden können. Sie werden mittels eines Kranzes von Schrauben auf dem Kessel befestigt. Zweckmässig sind diese Schrauben so eingerichtet, dass der Schraubenbolzen an dem einen Ende in einen Ring ausläuft, der um einen Stift drehbar ist. Diese Stifte sind dann rings um die Mündung des Erhärtungskessels so befestigt, dass die Schraubenbolzen bei Nichtgebrauch nach hinten zurückgeschlagen sind, während sie beim Gebrauch nach aussen umgeklappt werden und dann in Ausschnitten des Deckelrandes eingreifen, sodass sie beim Anziehen der Muttern den Deckel gegen den Kessel anpressen. Auf diese Weise wird ein Verlorengehen der Schrauben vermieden, und jede Schraube befindet sich stets genau an dem für sie bestimmten Platz.

Es ist verschiedentlich darauf aufmerksam gemacht worden, dass sich innerhalb der Erhärtungskessel für Kalksandsteine verhältnismässig recht viel freier Raum befindet, und dass nur etwa die Hälfte bis zwei Drittel des Raumes wirklich von Steinen ausgefüllt werde. Um diesen Raum auszunutzen, sind einesteils Kalklöschvorrichtungen hier untergebracht worden, andererseits ist aber auch der Vorschlag gemacht worden, die Kalksandsteine nicht in den wagerecht liegenden Kessel einzuschieben, sondern sie in einen senkrecht zu stellenden Kessel einzulassen. Es wurden dann die entsprechend umzuändernden Plattformen von den Wagen abgehoben und mittels eines Flaschenzuges in den Kessel übereinander eingesetzt. Es ist andererseits aber auch leicht nachzuweisen, dass dieser Raumersparnis bedeutende Nachteile gegenüberstehen, und dass der letzt erwähnte, in einer Fabrik in Frankreich ausgeführte Vorschlag wohl weiter keine Verbreitung finden wird. Durch die senkrechte Stellung der Kessel werden viel schwierigere Bau- und Fundierungsarbeiten für deren Aufstellung nötig, als es bei liegenden Kesseln der Fall ist; auch leidet die Ueberwachungsmöglichkeit der Kessel hierbei bedeutend, und schliesslich würden etwa durch Abschleudern des Kesseldeckels verursachte Unglücksfälle weit schlimmere Folgen haben, wenn der Kesseldeckel nicht blos seitlich herausgeschleudert würde, sondern in die Höhe und wieder zurückfliegen würde. Namentlich aber verursacht das Hineinbringen und Wiederherausheben der einzelnen Plattformen gegenüber dem einfachen Hineinschieben der Wagen einen solchen Mehraufwand an Arbeit, dass demgegenüber der nur sehr geringe Aufwand an Dampf für die Füllung des leer gelassenen Kesselraumes kaum in Betracht kommt.

Andererseits ist es auch verschiedentlich vorgeschlagen worden, an Stelle einer gewöhnlichen Bahnanlage die Wagen mit den Kalksandsteinen auf einer Hängebahn in den Kessel hineinzubefördern. Jedoch leiden auch diese Vorschläge noch an starken Unzuträglichkeiten und sind für die praktische Ausführung wenig geeignet.

Wie viel Druck in dem Erhärtungskessel gegeben wird, ist sehr verschieden. Der angewendete Druck schwankt nach dem, was darüber bekannt geworden ist, zwischen 6 und 10

Atmosphären. Ebenso ist auch die Zeitdauer des Erhärtens sehr verschieden und wird auf 6 bis 18 Stunden angegeben. Je höher der herrschende Druck ist, desto erfolgreicher und rascher geht die Einwirkung des Kalkes auf den Sand vor sich. Erhärtungszeit und Druck stehen demnach im umgekehrten Verhältnisse zu einander.

Es ist übrigens wesentlich, in dem Erhärtungskessel nicht nur Druck, sondern auch tatsächlich den Druck von gesättigtem Wasserdampf auf die Steine einwirken zu lassen. Man hat eine Zeit lang geglaubt, dass es schliesslich auch der Druck allein tun würde, und hat deshalb Versuche mit überhitztem Wasserdampf angestellt. Diese Versuche haben aber kein befriedigendes Ergebnis geliefert, da alsdann in der Atmosphäre des Kessels nicht der nötige Wasserdampf vorhanden war, der die Einwirkung des Kalkes auf den Sand unterstützen muss. Jedenfalls geht der Angriff des Kalkes auf die Kieselerde nur bei Gegenwart von genügend Wasser von statten, und wahrscheinlich bilden sich hierbei vorübergehend stark wasserhaltige Silikate, wie sie auch aus der Mineralogie unter dem Namen Zeolithe bekannt sind. Auch ist deshalb ein Ueberschuss von Wasser wünschenswert, weil sich wahrscheinlich selbst in dem am besten abgelöschten Kalk immer noch kleine Teilchen an Aetzkalk befinden, die sich der vollständigen Hydratisierung entzogen haben, und die nun noch eine gewisse Menge an Wasser aufnehmen müssen.

Ist nun die Erhärtung vollendet, so werden die Steine wieder aus dem Kessel gefahren und sind nunmehr fertig.

Aehnlich wie die Hochdruckerhärtung wird auch die Niederdruckerhärtung betrieben, nur dass sie nicht in Kesseln, sondern in gemauerten Kammern mit nur wenig über 100° C. erwärmtem Dampf vorgenommen wird. Bei der Niederdruckerhärtung bleiben die Wagen mit dem Kalksandstein etwa 3 bis 4 Tage unter Dampf. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Produkt der Niederdruckerhärtung nicht so gut sein kann, auch tatsächlich nicht so gut ist, wie das der Hochdruckerhärtung. Dagegen wird für die Niederdruckerhärtung der Vorteil geringerer Anlagekosten angegeben, der sich aber auch kaum als tatsächlich vorhanden erweist. Allerdings sind bei der Niederdruckerhärtung keine verhältnismässig teuren Druckkessel für die Erhärtung der Kalksandsteine erforderlich, sondern nur einfache gemauerte Kammern. Es wird aber dieser Vorteil schon dadurch wieder hinfällig, dass die Steine dafür nun auch 6 mal länger in diesen Kammern verbleiben müssen, also bei ununterbrochenem Betriebe statt eines Kessels 6 Kammern nötig sind. Andererseits haben aber auch solide konstruierte Kessel für Hochdruck eine ausserordentlich lange Lebensdauer, während es auf der Hand liegt, dass gemauerte und ständig von Dampf über 100° C. erfüllte Räume einer recht raschen Abnutzung ausgesetzt sind.

Fig. 2 veranschaulicht nun den Plan einer Kalksandsteinfabrik, wie sie ähnlich bereits an vielen Orten ausgeführt und mit Erfolg in Betrieb gesetzt worden ist. Wir verdanken diesen Plan der Güte des Geschäftsführers des Vereins Deutscher Kalksandsteinfabriken, Ingenieur *G. Beil* zu Charlottenburg.

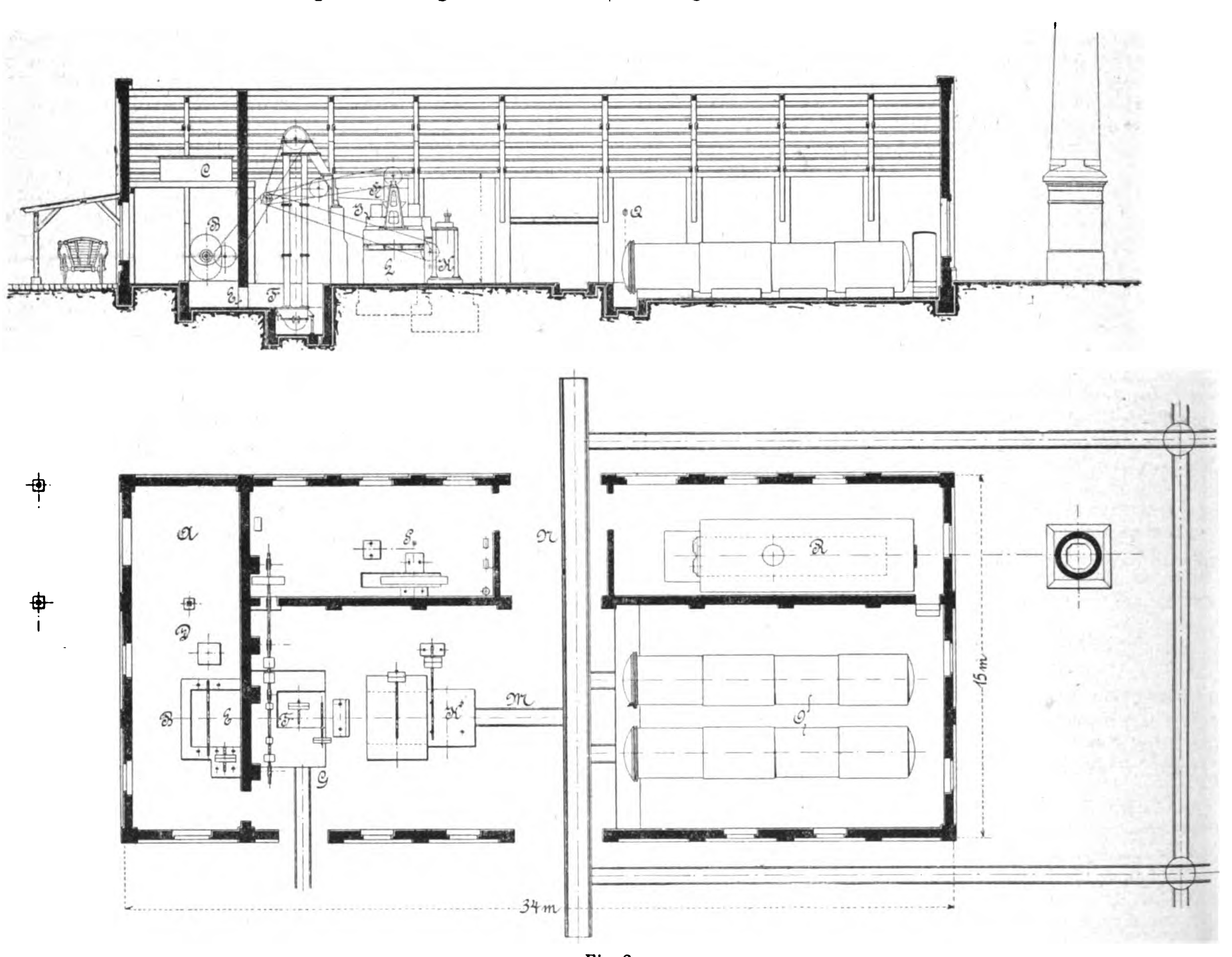


Fig. 2.

Es ist angenommen, dass die Fabrik den Kalk fertig gebrannt von auswärts bezieht. Dieser wird dann unter Dach bei *A* gelagert und gelangt von da in die Kalklöschtrommel *B*. Der Behälter *C* liefert das zum Löschen nötige Wasser, das mittels eines bei *D* befindlichen Messgefässes jedesmal genau abgemessen werden kann. Der gelöschte Kalk wird dann aus der Trommel entleert und gelangt durch *E* zu dem Becherwerk *F*. Zugleich wird hier auch der Sand zugegeben, der bei *G* durch eine Schienenbahn angeliefert wird. Ein genaueres Abwiegen oder Messen des Sandes findet nicht statt; es genügt, dessen Menge aus dem Inhalt der Wagen abzuschätzen. Die roh vorgemengten Materialien gelangen nun zu der im Innern mit schraubenartig verlaufenden

Winkeleisen versehenen, sich konisch erweiternden Mischtrommel H, und von da aus, bereits stärker vorgemischt, zu dem hochstehenden Kollergang I. Von da aus wird die Mischung der Schlagstempelpresse K zugeführt, die ausser von vorne auch unter dem Kollergang weg bei L zugänglich ist. Die Steine werden von der Presse aus dann unmittelbar auf Wagen gesetzt und gelangen nun mittels der Schienenbahn M über die Schiebebühne N nach einem der beiden Erhärtungskessel O, später von hier nach dem Stapelplatz K. Q ist die Laufkatze, vermittels deren die Kesseldeckel zur Seite bewegt werden, R der Dampfkessel, der für die Erhärtungskessel, sowie für die Maschine S den nötigen Dampf liefert.

Die ganze Anlage ist also auf äusserst engem Raum zusammengedrängt und infolgedessen sehr leicht zu übersehen. Sie hat vor der Tonziegelei namentlich den Vorteil, dass sie weder Brennöfen noch Trockenvorrichtungen für die fertig gepressten Steine nötig hat, die hier vielmehr ohne weiteres aus der Presse in den Erhärtungskessel gelangen. Durch diesen Fortfall der Trockenvorrichtung, die bei Ringofenziegeleien oberhalb des Ofens angebracht zu sein pflegen, vermindert sich auch die Feuersgefahr ganz bedeutend.

Was nun schliesslich den Materialbedarf und die Kosten der Kalksandsteinfabrikation anbetrifft, so werden hierüber sehr widersprechende Zahlen verbreitet, indem einerseits Interessenten an der Lieferung von Einrichtungen für diesen Betrieb öfters viel zu niedrige Zahlen angeben, dagegen andererseits auch wiederum aus Gründen des Wettbewerbs offenbar recht hoch gegriffene Zahlen als abschreckendes Beispiel vorgeführt werden.

Die nachstehenden Zahlen sind durch Vergleich einer Anzahl von Angaben verschiedener Maschinenfabriken und Kalksandsteinfabriken gewonnen worden und dürften wohl durchschnittlich zutreffen. Diese Berechnungen sind so aufgestellt worden, dass sie sich leicht übersehen und den örtlichen Verhältnissen entsprechend umändern lassen.

Eine Anlage wie die in Fig. 2 dargestellte, zur Herstellung von 14000 Kalksandsteinen täglich, wird im Jahre bei 286 wirklichen Arbeitstagen rund 4 Millionen Steine liefern können und dabei an Anlagekapital und Betriebsaufwand etwa folgendes erfordern:

A. Anlagekosten.

1.	Grunderwerb, etwa 5000 qm	15000 Mark
2.	Gebäudefläche, etwa 500 qm	20000 „
3.	Dampfkesselanlage nebst Schornstein, Dampfmaschine und Zubehör . . .	25000 „
4.	Sonstige maschinelle Einrichtungen, einschliesslich der Erhärtungskessel .	40000 „
	zusammen	100000 Mark

B. Betriebskosten.

	auf 1000 Steine		auf 4 Mill. Steine
	Bedarf	Preis	Preis
1. Abschreibungen auf obige Anlagekosten, durchschnittlich 7,6 v. H. .	—	1,90	7600
2. Sand, zu 30 Pf. das cbm	2,5 cbm	—,75	3000
3. Gebrannter Kalk, zu 1,50 M. 100 kg	200 kg	3,—	12000
4. Kohlen, zu 1,80 M. 100 kg	150 kg	2,70	10800
5. 12 Arbeiter zu durchschnittlich 1000 M. Verdienst	–	3,—	12000
6. Kleine Ausgaben und Reparaturen	—	1,65	6600
		M. 13,—	52000

Rechnen wir aus diesem Materialverbrauch die durchschnittliche Zusammensetzung der hergestellten Kalksandsteine aus, so erhalten wir folgende Zahlen:

2,5 cbm Sand zu 1200 kg = 3000 kg Sand = 92 v.H.
200 kg Kalk, entsprechend 264 kg Kalkhydrat = 8 v.H.
3264 kg Kalksandst. = 100 v.H.

Dabei ist indessen das jedenfalls in den Steinen vorhandene Hydratwasser nicht mit berücksichtigt worden. Indessen wäre zur Kenntnis der tatsächlichen, durchschnittlichen Zusammensetzung der Kalksandsteine eine grössere Anzahl von Analysen erforderlich. Solche werden aber nur wenig gemacht, da sie für die Ueberwachung des Fabrikbetriebes zu umständlich sind. Was übrigens im allgemeinen den Kalkverbrauch anbetrifft, so schwankt dieser vorläufig noch in ziemlich weiten Grenzen, und die in vorstehender Berechnung angegebenen günstigen Zahlen werden durchaus noch nicht überall erreicht; vielmehr steigt der Kalkgehalt mitunter auch wohl auf das Doppelte.

4. Besondere Arten von Kalksandsteinen.

Von den Abarten der Kalksandsteine haben wir die in der Masse gefärbten Steine schon erwähnt. Es werden ausserdem noch teilweise gefärbte Kalksandsteine hergestellt, indem man in die Pressformen zunächst gewöhnliche Kalksandsteinmischung einschüttet und diese dann mit einer Schicht gefärbter Mischung überdeckt. Indem dann die Masse zusammengepresst wird, so entsteht ein nur an einer Seite gefärbter Stein. Die Herstellung solcher Steine bietet gegenüber derjenigen durch und durch gefärbter Kalksandsteine den Vorteil einer wesentlichen Ersparnis an Farbstoff, dagegen den Nachteil eines grösseren Aufwandes an Arbeit, der durch das zweimalige Füllen der Formen erfordert wird.

Derartige, aus zwei verschiedenen Schichten bestehende Kalksandsteine werden aber auch weiter noch in der Weise hergestellt, dass die Deckschicht nicht aus Kalksandsteinmasse, sondern aus einer zementhaltigen Masse besteht. Dies ist besonders dann der Fall, wenn man die Steine als Belag für Flure usw. verwenden und demgemäss eine glattere Oberfläche erzielen will, als sie die gewöhnlichen Kalksandsteine besitzen. Derartige Verbundsteine werden auch in einfachen Mustern hergestellt und haben bereits öfters Anwendung gefunden. So z. B. ist ein Belag aus solchen Platten im Tiergarten zu Königsberg in Preussen verwendet worden und hat sich dort schon einige Jahre lang gut bewährt.

Auch noch auf eine andere Weise hat man das Färben der Kalksandsteine vorgeschlagen, nämlich so, dass die Steine weder aus gefärbter Masse hergestellt, noch nachträglich etwa angestrichen werden. Es ist vielmehr vorgeschlagen worden, die Steine im Erhärtungskessel nach Ablassen des Dampfes mit einer farbstoffhaltigen Flüssigkeit zu tränken. Dieser Vorschlag ist in einer neuerdings erschienenen Patentschrift, D. R.-P. 130500 vom 30. Juli 1901, von *Hugo Schön* enthalten, dürfte sich aber wohl nicht in die Praxis einführen, da es einerseits zweifelhaft ist, ob die ganzen Steinstapel auch durch und durch von der Flüssigkeit durchdrungen werden, und da andererseits die Wetterbeständigkeit einer so erzeugten Färbung wohl jedenfalls mehr als fraglich sein dürfte. Was den ersteren dieser beiden Einwände anbetrifft, so könnte dem ja vielleicht in der Weise begegnet werden, dass man die Tränkungsflüssigkeit, ähnlich wie es bei der Holztränkung der Fall ist, unter starkem Druck in die Steine einpresst. Hierzu wäre aber die Hinzufügung einer Druckpumpe erforderlich, die den nötigen Wasserdruck in dem Kessel aufrecht erhalten müsste. Jedoch ist es nicht anzunehmen, dass es gelingen wird, überhaupt in Wasser lösliche oder darin gleichmässig verteilt bleibende Farben zu finden, die die erforderliche Beständigkeit gegen Licht und Auswaschen besitzen, wie sie von einem Baustoff verlangt werden muss.

Ausser Kalksandsteinen in gewöhnlichem Ziegelformat werden auch gelegentlich Steine in grösseren Abmessungen hergestellt, um einen quadersteinähnlichen Bau mit Kalksandstein aufführen zu können. Derartige grosse Steine lassen sich auf gewöhnlichen Pressen schlecht erzielen, wie es andererseits auch nicht lohnt, eigens für die Erzeugung derartiger Steine besondere Pressen zu konstruieren, da der Bedarf daran nicht so sehr gross ist. Es werden deshalb grössere Formstücke entweder in der Weise hergestellt, dass man die Kalksandsteinmasse möglichst fest in Formkästen einstampft, und die Formstücke dann, wie auch andere Kalksandsteine, in den Härtekessel einbringt; oder man mauert aus gewöhnlichen Kalksandsteinen mit einem Mörtel aus der

gleichen Masse Quadern in der verlangten Grösse zusammen, die man dann nochmals in den Erhärtekessel einbringt, um sie so zu einem einzigen Stück zu verkitten.

Eine besondere Abart der Kalksandsteine sind auch die sogenannten Silicasteine nach *Horak.* Dies sind besonders kalkarme Kalksandsteine, die nach dem Formen und Erhärten noch gebrannt werden, und die dann zum Ersatz der bekannten feuerfesten Dinassteine dienen sollen. Im grossen und ganzen läuft die Herstellung der Silicasteine auf das Nämliche heraus, was auch bei der Anfertigung der künstlichen Dinassteine geschieht. Es werden Steine geformt, die möglichst aus Quarz bestehen und nur so viel Bindemittel besitzen, dass sie eben zusammenhalten. Statt dass diese Steine nun sofort gebrannt werden, so werden sie hier erst noch in Härtekesseln erhärtet. Hierdurch wird der Vorteil erzielt, dass die Steine vor dem Einsetzen in den Brennofen schon bedeutend härter sind, und sich dementsprechend leichter handhaben lassen, während demgegenüber der Nachteil entsteht, dass die Anlage eines besonderen Härtekessels und der Aufwand für dessen Betrieb und Bedienung notwendig werden.

Nachtrag zum vierten Bericht über den V. Internationalen Kongress für angewandte Chemie.[1])

Bergbau und Hüttenkunde. Sektion IIIa.

Wir kommen heute nochmals auf die Verhandlungen über Eisenportlandzement zurück, da inzwischen der darin erwähnte Vortrag von *H. Passow* in Hamburg in der Zeitschrift „Stahl und Eisen" **23**, 878—891 vollständig erschienen ist und wir diesem noch verschiedene Angaben entnehmen möchten. Der Vortragende bemerkte, dass die Frage nach der Definition des Begriffes Portlandzement keineswegs einfach durch Anführung der Normen des Vereins Deutscher Portlandzementfabrikanten beantwortet werden könne, da diese Normen nicht aussagten, was Portlandzement *sei*, sondern nur, wie dies Erzeugnis *hergestellt* werde. Es sei nach den Grundsätzen der chemischen Technik ohne weiteres zuzugeben, dass ein bestimmtes Erzeugnis auch auf verschiedene Weise hergestellt werden könne, und dies sei auch mit Portlandzement der Fall. Gleichfalls sei es keineswegs erforderlich, dass sich der Kalkgehalt des Portlandzementes innerhalb genau bestimmter Grenzen bewege, da Portlandzement keineswegs ein einheitlicher Körper sei, sondern ein Gemisch aus verschiedenen Körpern darstelle, die verschiedene Zusammensetzung zeigten und einander mehr oder weniger ersetzen könnten. Der Vortragende stützt sich hierbei besonders auf die Versuche und Veröffentlichungen von *Törnebohm*, der in seiner Schrift über die Petrographie des Portlandzementes das mineralogische Studium der unter diesem Namen zusammengefassten Klasse von Stoffen in die richtige Bahn geleitet habe. Die von diesem entdeckten Mineralien, die in wechselnder Mischung den Portlandzement zusammensetzten, wurden von ihm mit den Namen Alit, Belit, Celit und Felit belegt, soweit sie Krystallgestalt besitzen, während der glasartige Bestandteil des Portlandzementes als Portlandzementglas bezeichnet werden könne. Durch diesen Nachweis eines Vorhandenseins von Mineralmischungen werde zugleich die Frage nach der Konstitution des Portlandzementes gegenstandslos, da ein Gemisch eben keine Konstitution im chemischen Sinne des Wortes besitzen könne. Das am meisten wirksame dieser Portlandzementmineralien sei der Alit, der eine isomorphe Mischung darstelle, in der sich Tonerde und Kieselsäure in wechselnden Verhältnissen vertreten könnten. Aus den daraus folgenden bedeutenden Unterschieden in der Zusammensetzung des Alits liessen sich die grossen Verschiedenheiten in der Abbindezeit und in den anderen Eigenschaften der Portlandzemente gut erklären. Ausserdem komme noch wesentlich das Portlandzementglas in Betracht, das sich in den gewöhnlichen Portlandzementen nur in untergeordneter Menge finde, während es in denjenigen Portlandzementarten, die durch Granulieren der Hochofenschlacke entstanden seien, eine sehr wichtige Rolle spiele. Der Einfluss des Granulierens beruhe darauf, dass die Hochofenschlacke durch die plötzliche Abkühlung in Wasser vor der Entglasung behütet werde, die beim langsamen Abkühlen eintreten würde, und wodurch das wertvolle Portlandzementglas sich in Verbindungen verwandele, die weniger gute Eigenschaften besässen, insbesondere in Felit.

Der Eisenportlandzement bestehe nun in der Regel aus 70 Teilen gewöhnlichen stark alithaltigen Portlandzements, und aus 30 Teilen Hochofenschlacke, das ist stark glashaltigen Portlandzements. Dass beim Erhärten des Zements der Anteil an Hochofenschlacke nicht etwa als Ballast wirke, sondern tatsächlich sich als Zement verhalte, werde nicht nur schon dadurch wahrscheinlich gemacht, dass Hochofenschlacke beim Lagern im Freien nach und nach zu einer festen Masse zusammenbacke, während etwas ähnliches bei Sand nie der Fall sei, sondern wurde auch durch eine Reihe von Dünnschliffen gezeigt, die in dem erwähnten Aufsatze in „Stahl und Eisen" abgebildet sind, und die die verschiedenen Zementmischungen nach verschieden langer Abbindezeit vor Augen führen.

Zum Schluss ladet der Vortragende zu weiteren Versuchen auf diesem Gebiete ein, durch die bewiesen werden könne, dass das Erzeugnis der Eisenportlandzementwerke tatsächlich nichts anderes sei, als ein normengemässer Portlandzement, und dass ferner der Zusatz von Hochofenschlacke so günstig auf die Qualität des Produktes einwirke, dass ein solcher nur allgemein empfohlen werden könne.[2]) Es sei namentlich hierdurch möglich, den Treiberscheinungen vollständig aus dem Wege zu gehen, die kalkreichen Zement leichter treffen, als kalkarmen. Die bisher fast allgemein eingenommene feindselige Stellung gegen die Zumischung von Hochofenschlacke beruhe auf wissenschaftlich nicht haltbaren Grundsätzen, deren Aufgeben für die Industrie nur vorteilhaft sein könne. *Gustav Rauter.*

[1]) (Vergl. S. 46 d. Bd.)

[2]) Solche Versuche sind auf Veranlassung des Ministers der öffentlichen Arbeiten in Ausführung begriffen. Ihnen liegt ein Arbeitsplan zu grunde, der von der Kgl. mechanisch-technischen Versuchsanstalt zu Charlottenburg aufgestellt und von einem Ausschuss beraten ist, zu dem Vertreter sowohl des Vereines deutscher Portlandzementfabrikanten als auch der Eisenportlandzement erzeugenden Hüttenwerke gehören. Es steht zu erwarten, dass diese Versuche zeigen werden, ob und in wie weit „Eisenportlandzement" dem unvermischten „Portlandzement" ebenbürtig ist.

Bücherschau.

Was ist Elektrizität? Eine Studie über das Wesen der Elektrizität von Professor *Wilh. Biscan*, Direktor des städt. Elektrotechnik. in Teplitz. Leipzig. Hochmeister & Thal.

Gewissermassen in die Form einer Unterhaltung kleidet der Verfasser des Werkchens seinen Vortrag. Davon ausgehend, dass der mit den Wirkungen der Elektrizität wohl Vertraute sich um das Wesen der Elektrizität wenig oder gar nicht gekümmert, bezweckt der Verfasser, den Vorgang der Elektrizität darzustellen. Von Naturerscheinungen, von physikalischen Begriffen und den Lehrsätzen der Mechanik geht der Vortragende unter Benutzung vieler passender Beispiele auf die Wechselbeziehungen zwischen Magnetismus, Licht und Elektrizität über. Es kann dem Verfasser nur beigestimmt werden, dass viele Praktiker, die bereits auf Erfolge zurückzublicken haben, sich gar nicht klar sind über das innerste Wesen dessen, was sie hervorbrachten. Diesem Kreis ist das Werkchen besonders gewidmet und dazu bestimmt, die sonst so notwendigen praktischen Kenntnisse zu unterstützen. *C. H.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 39. Berlin, 26. September 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 80 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Der elektrische Vollbahnbetrieb unter besonderer Berücksichtigung neuerer Einphasen-Wechselstromsysteme.[1])

Von **Kurt Perlewitz.**

Nachdem die vorhandenen Strassenbahnen zum weitaus grössten Teil für den elektrischen Betrieb umgewandelt worden sind und die Vorteile dieser neuen Betriebsart allerseits Anerkennung gefunden haben, streben die Elektrotechniker jetzt danach, auch Dampfbahnen elektrisch auszurüsten; denn die Möglichkeit, kurze, elektrische Züge in kleinen Zeitabständen anstelle langer Dampfzüge, in grossen Abständen verkehren zu lassen, würde für das reisende Publikum eine grosse Annehmlichkeit bedeuten.

Bei Vorortbahnen geringer Ausdehnung sind gleiche oder ähnliche Grundsätze massgebend wie bei Strassenbahnen. Die elektrischen Züge setzen sich aus mehreren, den Strassenbahnwagen ähnlichen Fahrzeugen zusammen, von denen einige oder auch alle Triebwagen sind; zwischen den Triebwagen können auch Beiwagen laufen. Alle Triebwagen sind mit Stromabnehmern ausgerüstet und werden von dem Führerstand aus am Kopfende des Zuges gesteuert. Die Stromzuführung kann auch hier durch die bei Strassenbahnen üblichen Mittel (Oberleitung oder Oberflächkontakte) erfolgen; meist wird indessen, wenn ein eigener Bahnkörper vorhanden ist, eine im Streckenniveau verlegte fortlaufende Stromzuführungsschiene verwendet, welche sich billiger stellt als eine oberirdische Arbeitsleitung und gleichzeitig grössere Stromstärken zu führen imstande ist. Da Vorortbahnen im allgemeinen nun keine grossen Streckenlängen besitzen, so kommt man mit einem Gleichstrom-Verteilungssystem aus, wobei die Stromschiene an mehreren Stellen durch Speisekabel an das Kraftwerk angeschlossen ist.

Bei Vollbahnen grösserer Ausdehnung ist ein solches Energie-Verteilungssystem indessen nicht mehr ausreichend, da erstens die Verluste in den Leitungen zu grosse Werte annehmen, und die Ausgaben für das erforderliche Leitungsmaterial so hoch ausfallen würden, dass ein rationeller Betrieb und eine Konkurrenz mit dem Dampfbetrieb nicht zu erreichen wären.

Seit langer Zeit haben sich daher die Bahntechniker mit der Frage beschäftigt, ein rationelles Energie-Verteilungssystem zu ersinnen. Ein Mittel, welches diesem Ziele schon näher kommt, besteht darin, die Bahnstrecke durch ein Verteilungsnetz mit hochgespanntem Drehstrom zu versorgen, an welches in bestimmten Abständen Unterstationen angeschlossen sind. Diese verwandeln den Drehstrom durch Transformatoren und rotierende Umformer in Gleichstrom. Wenn auch hierdurch die Energieverluste in den Leitungen beträchtlich vermindert werden, so erhöhen die Kosten der Unterstationen, welche nicht ohne Bedienungspersonal arbeiten können, das Anlagekapital und die laufenden Ausgaben dennoch in solchem Masse, dass eine Konkurrenz mit dem Dampfbetrieb nicht möglich ist. Die Schwierigkeiten des Gleichstrombetriebes liegen auch darin, dass die Motoren infolge ihrer Kollektoren sorgfältiger Wartung bedürfen, und dass bei schweren Zügen, besonders wenn sie, wie z. B. bei Güterzügen von einer Lokomotive gezogen werden müssen, zu starke Ströme zu handhaben sind. Der reine Wechselstrombetrieb erschien daher weit bessere Erfolge zu versprechen.

Unter den bisher bekannten Wechselstrommotoren waren nur Drehstrommotoren für den vorliegenden Zweck verwendbar, da nur diese das beim Anlaufen unter Belastung bezw. Ueberlastung erforderliche Drehmoment zu entwickeln imstande waren. Einphasige Wechselstrommotoren unter starker Ueberlastung anlaufen zu lassen, war bisher nicht gelungen. Die Verwendung von Drehstrommotoren auf den Zügen bedingt nun aber mindestens zwei von einander isolierte Kontaktleitungen und erhöht hierdurch sowie durch die komplizierteren Stromzuführungsvorrichtungen die Kosten der Anlage, während die Uebersichtlichkeit gleichzeitig darunter leidet.

Mit Drehstrom ausgerüstete Bahnen lassen sich in nachstehende Hauptgruppen einteilen:

1. Hochspannungsfernleitung (3000—50000 Volt) mit Drehstrom-Gleichstrom-Umformerstationen längs der Strecke; Arbeitsleitung und Motoren führen Gleichstrom. Beispiele: Vorortbahn Paris—Versailles, Pariser Stadtbahn und zahlreiche Bahnlinien in Nord-Amerika.

2. Hochspannungsfernleitung wie unter 1 mit Transformatorenstationen längs der Strecke; Arbeitsleitung und Motoren führen Drehstrom verhältnismässig niederer Spannung (500—1000 Volt). Beispiel: Elektrische Bahn Burgdorf—Thun in der Schweiz.

3. Hochspannungsfernleitung (20000—50000 Volt) mit Transformatorenstationen längs der Strecke; Arbeitsleitung führt Drehstrom hoher Spannung (3000—10000 Volt); auf den Fahrzeugen wird die Spannung durch Transformatoren weiter herabgesetzt, so dass die Motoren unter Niederspannung (200—500 Volt) arbeiten.

4. Hochspannungsfernleitung, wie unter 3, mit Transformatorenstationen längs der Strecke; Arbeitsleitung und Motoren für Drehstrom hoher Spannung (3000—10000 Volt). Beispiel: Valtellina-Bahn in Oberitalien und andere.

Bei 3 und 4 kann auch die Arbeitsleitung direkt an ein Drehstromnetz mit 3000—15000 Volt angeschlossen werden, wie dies z. B. auf der Schnellbahn-Versuchsstrecke Marienfelde—Zossen der Fall war.

Bei der Benutzung des einphasigen Wechselstromes für den elektrischen Bahnbetrieb sind nahezu dieselben Verteilungssysteme zu unterscheiden, wie bei Drehstrom. Die oben unter 1 verwendeten Umformerstationen werden allerdings selten und nur da zur Anwendung kommen, wo ein Einphasen-Wechselstromnetz bereits vorhanden ist, und selbst in diesem Falle wird man es vorziehen, durch entsprechende

[1]) Unter teilweiser Benutzung von Arbeiten, welche in der Elektrotechnischen Zeitschrift der „Electrical World and Engineer“ und in den „Transactions of the American Institute of Electrical Engineers“ veröffentlicht wurden.



Transformatorenschaltungen den Einphasen-Wechselstrom in Drehstrom umzuwandeln. Systeme analog den oben unter 2—4 angeführten wären verwendbar und sind weiter unten durch Beispiele belegt. Es kommt hier indessen noch ein fünftes System hinzu, welches bei Drehstrom aus naheliegenden Gründen keine praktische Bedeutung hat, und darin besteht, dass hochgespannter Wechselstrom der Arbeitsleitung zugeführt und auf den Fahrzeugen selbst event. unter Zwischenschaltung eines Transformators durch rotierende Umformer in Gleichstrom umgewandelt wird.

Die Schwierigkeit der Einphasen-Wechselstromsysteme nach 2—4 liegt darin, einen geeigneten Motor, bezw. Hilfsmittel für den Motor zu finden, welche gestatten beim Anfahren ein genügend grosses Drehmoment zu entwickeln und seine Umdrehungszahl innerhalb beliebiger Grenzen zu variieren. Ein einfacher Einphasen-Wechselstrommotor erfüllt bekanntlich diese Bedingungen nicht, und sollen daher im nachstehenden einige neuere sinnreiche Konstruktionen behandelt werden, welche den Bahntechnikern die Wege für die Lösung des Problems gewiesen haben.

Wenn von einer chronologischen Aufzählung abgesehen wird, so ist das System des amerikanischen Ingenieurs *B. J. Arnold* an erster Stelle zu nennen, da es einen gewöhnlichen Synchronmotor in Verbindung mit einem mechanischen Energie-Akkumulator verwendet.

In Fig. 1. bedeutet *R* den Rotor und *S* den Stator des Motors, welche hier beide unabhängig von einander drehbar gelagert sind. Der Rotor steht in fester Verbindung mit der Triebachse *A* des Fahrzeuges und der Stator ist unter Zwischenschaltung einer Zahnradübersetzung mit einem Luftkompressor *K* gekuppelt, welcher mit einem Druckluftbehälter in Verbindung steht. An denselben Druckluftbehälter ist ein Druckluftmotor *M* mit zwei Zylindern und zwei um 90° gegeneinander versetzten Kurbeln angeschlossen und wird durch eine zweite Zahnradübersetzung gleichfalls mit dem Stator starr gekuppelt.

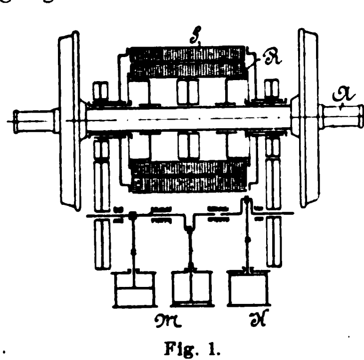


Fig. 1.

Der Motor *M* hat den Zweck, den Wechselstrommotor während seiner Beschleunigungsperiode zu unterstützen und wird nach Erreichen der normalen Fahrgeschwindigkeit vermittels einer in der Figur nicht wiedergegebenen elektromagnetischen Kupplung ausser Betrieb gesetzt. Die Ventile aller drei Zylinder werden von dem Fahrschalter aus elektrisch gesteuert und ermöglichen, entweder durch mechanischen Antrieb des Kolbens Druckluft zu erzeugen, oder unter Zuführung von Druckluft unter den Kolben mechanische Arbeit auf die Wagenachse zu übertragen.

Der Vorteil dieses Systems liegt darin, dass der Synchronmotor nur für diejenige Leistung dimensioniert zu werden braucht, welche der Fahrt bei voller Geschwindigkeit entspricht, da während der Beschleunigungsperiode der Druckluftmotor mit herangezogen wird. Bei der Geschwindigkeitsverringerung wird andererseits Arbeit in Form von Druckluft aufgespeichert. Die relative Umdrehungsgeschwindigkeit des Rotors gegen den Stator bleibt stets konstant; der Rotor hat seine kleinste Geschwindigkeit, d. h. er steht still, beim Stillstand des Wagens, während hierbei der Stator seine grösste, der Fahrrichtung entgegengesetzte Geschwindigkeit besitzt und Druckluft erzeugt. Beim Anfahren nimmt die Rotorgeschwindigkeit in dem gleichen Verhältnis zu, wie die des Stators abnimmt. Bei voller Fahrt und voller Geschwindigkeit des Rotors steht der Stator still; zur Dämpfung wird hierbei ein gewisser Betrag von Druckluft in den Zylinder *K* eingeführt, der wie ein elastisches Kissen wirkt.

Die betriebsmässige Bremsung bei dem vorliegenden System erfolgt derartig, dass die Geschwindigkeit der Rotors langsam bis auf Null herabgesetzt und die Arbeit allmählich auf den Stator bezw. den Kompressor *K* übertragen wird; nur bei Notbremsung treten pneumatisch wirkende Radreifenbezw. Schienenbremsen in Tätigkeit. Das System arbeitet, wie aus dem vorangegangenen hervorgeht, mit einer nahezu konstanten Stromaufnahme aus der Arbeitsleitung, vermeidet Belastungsschwankungen im Kraftwerk und gestattet, das letztere für eine relativ kleinere Leistung zu bemessen. Zum Schluss sei noch ein Punkt hervorgehoben, der in gewissen Fällen von grosser Bedeutung ist. Das Fahrzeug kann vermöge der in dem Druckluftbehälter aufgespeicherten Energie sich auf kurze Strecken, an Wegüberführungen, Gleiskreuzungen oder im Bereich von Bahnhöfen ohne Zusammenhang mit der Arbeitsleitung bewegen. Nach diesem *Arnold*schen System, welches für die eingangs aufgeführten Energieübertragungsarten 2—4 geeignet ist, wird zur Zeit eine Bahn zwischen Lansing und St. Johns im Staate Michigan in Nord Amerika ausgeführt.

Eine andere Lösung des Problems, welche von der Westinghouse-Gesellschaft herrührt, gelangt auf der 73 km langen Bahnlinie Washington—Baltimore—Annapolis gegenwärtig zur Ausführung. Die Westinghouse-Gesellschaft benutzt Einphasenstrom von sehr niedriger Periodenzahl ($16^2/_3$ in der Sekunde), und kommt daher mit Motoren aus, welche sich von Gleichstrom-Kollektormotoren nur durch die aus Eisenblechen zusammengesetzten Feldpole unterscheiden. Die Schaltungsweise in den Fahrzeugen bei diesem System ist in Fig. 2 erläutert.

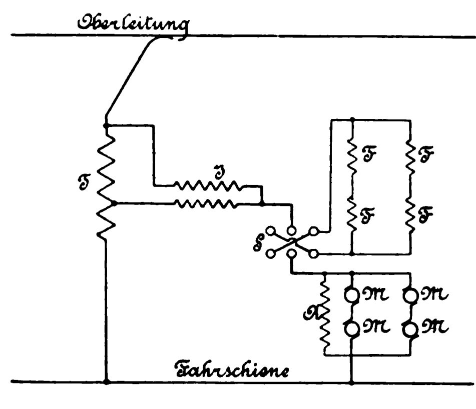


Fig. 2.

Ein auf dem Fahrzeug angeordneter Transformator *T* mit Sparschaltung ist einerseits an die einpolige Oberleitung, sowie andererseits an die Schienenrückleitung angeschlossen und wird mit einphasigem Wechselstrom von 1000 Volt gespeist. Die 4 Wagenmotoren *M* sind zwischen die Fahrschiene und eine Abzweigung am Transformator bei etwa 300 Volt angeschlossen. In die Abzweigleitung ist noch ein Induktionsregulator *J*, bestehend aus einem kleinen zweipoligen Wechselstrommotor mit festgebremstem, aber um 180° verstellbarem Rotor eingeschaltet, welcher dazu dient, die den Motoren zugeführte Spannung ohne Benutzung stromführender Kontakte zwischen 200 und 400 Volt zu variieren. Die Spannung, für welche der Induktionsregulator bemessen ist, beträgt 100 Volt, die Hälfte des Betrages, um welchen die am Transformator abgezweigte Spannung variiert werden muss. Die Anker der vier 100 pferdigen Motore sind in Gruppen zu je zweien in Serie parallel geschaltet; um eine ganz gleichmässige Verteilung der Spannung auf die Anker herbeizuführen, ist noch ein Ausgleichtransformator *A* den Ankergruppen parallel geschaltet, und der Mittelpunkt seiner Wicklung an die Verbindungsstellen der Anker angeschlossen. In gleicher Weise sind die Feldspulen *F* zu je zweien in Serie parallel geschaltet. Ein Umschalter *S* dient dazu, ihre Polarität beim Wechsel der Fahrtrichtung umzukehren. Das System zeichnet sich durch eine sehr einfache Geschwindigkeitsregelung bei gleichzeitigem Fortfall schwieriger Fahrschalterkonstruktionen mit dem Verschleiss ausgesetzten Teilen aus. Die durch die verwendete geringe Periodenzahl bedingten Schwierigkeiten der Zugbeleuchtung sind durch einfache Mittel leicht zu überwinden. So kann man z. B. durch einen kleinen Induktionsmotor eine um 90° verschobene Hilfsphase erzeugen, in jedem Beleuchtungskörper zwei aus den um 90° verschobenen Stromkreisen gespeiste Lampen anordnen, und damit die Helligkeitsschwankungen jeder einzelnen Lampe ausgleichen. Auch durch die Verwendung niedervoltiger Lampen mit dicken

Kohlenfäden in Serienschaltung lässt sich infolge der grösseren Wärmekapazität der Fäden ein nahezu gleichförmiges Licht erzeugen.

Ein drittes schon längere Zeit bekanntes Bahnsystem, dessen Eigentümlichkeiten bereits in der vorausgeschickten Uebersicht erwähnt wurden, rührt von *Ward Leonard* her und soll demnächst von der Maschinenfabrik *Oerlikon* auf der 20 km langen Strecke Seebach-Wettingen praktisch verwendet werden. In Fig. 3 ist ein Schaltungsschema des Systems wiedergegeben, welches gleichzeitig die von dem Erfinder erst kürzlich ausgearbeitete Steuerung mehrerer Fahrzeuge von einem Punkt des Zuges aus veranschaulicht. Jedes Fahrzeug ist mit einem Wechselstrom - Gleichstrom-Umformer, bestehend aus einem Synchronmotor W_1 W_2 und einem Gleichstromgenerator G_1 G_2 ausgerüstet, auf deren gemeinsamer Welle noch eine zweite kleinere Gleichstrommaschine E_1 E_2 aufgesetzt ist. Der der Arbeitsleitung entnommene hochgespannte Wechselstrom wird durch einen Transformator T_1 T_2 in seiner Spannung herabgesetzt und dann dem Wechselstrommotor zugeführt. Bei sehr langen Bahnlinien werden längs der Strecke Transformatoren aufgestellt, welche die sehr hohe Fernleitungsspannung auf einen für die Arbeitsleitung geeigneten Betrag herabsetzen. Die Gleichstrommaschine E_1 E_2 dient dazu, die Erregung für den Motor W_1 W_2, für den Generator G_1 G_2 und für die Wagenmotoren M_1 M_1 M_2 M_2 zu liefern. Während die Motoren dauernd konstant erregt werden, wird der Erregerstrom des Generators G_1 G_2 und damit die den Wagenmotoren zugeführte Spannung durch einen Steuerschalter R_1 R_2 variiert. Diese Anordnungsweise erlaubt eine äusserst feinstufige Geschwindigkeitsregelung, ohne wesentliche Energieverluste in Widerständen zu bedingen.

Für die Zugsteuerung sind die vier verhältnismässig dünnen Erregerleitungen durch den ganzen Zug geführt, und an sie die sämtlichen Generator- und Motor - Feldwicklungen angeschlossen. Die Spannungsregulierung aller Generatoren G erfolgt von demjenigen Steuerschalter R aus, welcher sich im Kopfwagen des Zuges befindet; die übrigen Steuerschalter sind dabei ausgeschaltet. Beim Bruch eines Zuges bleibt der führerlose Teil stehen, sobald seine lebendige Kraft aufgezehrt ist; der Kopfteil dagegen bleibt unter der Herrschaft des Führers vollkommen betriebsfähig.

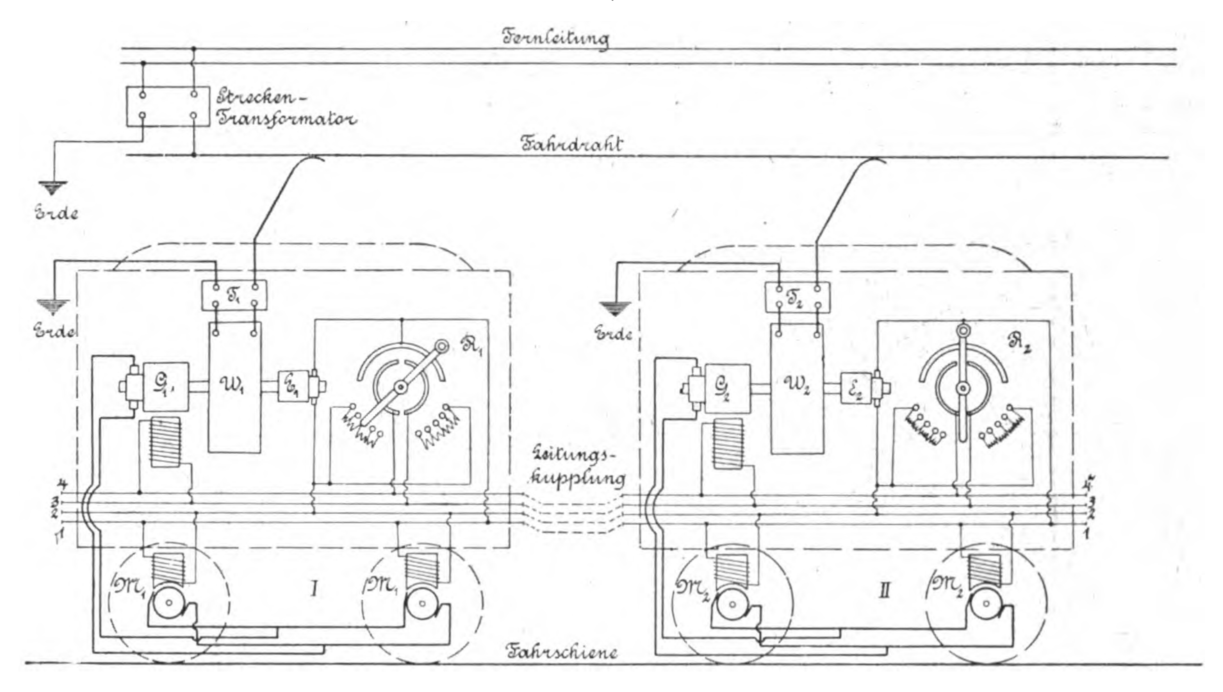


Fig. 3.

Die grossen Aussichten des elektrischen Vollbahnbetriebes und die mit den geschilderten Systemen erhaltenen günstigen Versuchsergebnisse haben eine ganze Reihe neuer Wechselstrommotor-Konstruktionen entstehen lassen und es steht zu hoffen, dass die Lösung der Frage des rationellen elektrischen Vollbahnbetriebes nicht mehr fern liegt. Ganz abgesehen von den für das reisende Publikum und für den Verkehr im allgemeinen damit verknüpften Vorzügen würde der elektrotechnischen Industrie ein weites Absatzgebiet eröffnet und die allgemeine wirtschaftliche Lage wesentlich verbessert werden.

Die Verwendung von Druckluft bei elektrisch betriebenen Hebezeugen.

Von Dr.-Ing. **Franz Jordan.**

(Schluss von S. 596 d. Bd.)

Aus den angestellten Betrachtungen ersehen wir, dass der elektrische Strom in der Art, wie er jetzt in einem Elektromagneten zur Wirkung kommt, nicht sonderlich geeignet ist, die erforderliche Energie zum Betätigen der mechanischen Bremse zu liefern.

In viel besserer Weise dagegen vermag der Strom in einem Elektromotor zu wirken; es bleibt nur die Frage zu beantworten, wie wir am zweckentsprechendsten eine Aufspeicherung der im Motor freiwerdenden Energie vornehmen können.

Gewicht und Feder ohne Vermittlung eines Kraftträgers, wie Flüssigkeit, ermöglichen dies nicht; sie erfordern nicht nur von aussen aufzuwendende Kraft, durch die sie zum Zwecke der Energieaufspeicherung gehoben, bezw. gespannt werden, sondern müssen auch durch jene Kraft in diesem letzteren Zustande gehalten werden.

Nehmen wir hingegen Flüssigkeiten zu Hilfe, so zeigt sich bei ihnen in diesem Falle der grosse Nachteil, dass sie gänzlich unelastisch sind. Bei dem intermittierenden Betriebe, wie wir ihn hier haben, würden sie oft und stark zu beschleunigen und zu hemmen sein; gefährliche Stösse könnten daher gar nicht ausbleiben; wenn nicht besondere Vorrichtungen getroffen würden, um die Massenkräfte aufzufangen. Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass die Flüssigkeiten häufig nicht genügend rein sind von mechanischen und chemischen Bestandteilen, welche die Leitungen und

Behälter verunreinigen und zerstören, und dass ausserdem ihr langsames Verdunsten von Zeit zu Zeit ein Nachfüllen erforderlich macht.

Den Flüssigkeiten gegenüber haben die gasförmigen Körper zunächst den grossen Vorteil, dass sie nicht bloss als Kraftträger, sondern auch unmittelbar als Energieträger benutzt werden können. Die Massenkräfte verschwinden bei ihnen in diesem Falle vollständig, und da wohl einzig und allein atmosphärische Luft in Frage kommt, so macht ihr Ersatz und etwaige Reinigung von Staubteilchen keine Schwierigkeiten.

Die Praxis zeigt überall, dass uns in der Luft ein ganz vorzüglicher Kraftträger und Energiesammler gegeben ist. Speziell gerade als Druckluft hat sie allgemein zur Bedienung der mechanischen Bremsen bei Strassen- und Eisenbahnen wegen der grossen ihrem Betriebe innewohnenden Sicherheit Anwendung gefunden.

und ein andermal zum Oeffnen mit der atmosphärischen Luft in Verbindung zu setzen. Betätigt wird dies Steuerorgan bei Laufkranen durch einen kleinen Elektromagneten, der zwangläufig, wie der Bremsmagnet früher, mit dem Anlasser des Hubmotors verbunden ist; der Zwanglauf kann jedoch leicht durch einen kleinen Ausschalter, der unmittelbar am Anlasser untergebracht wird, aufgehoben werden. Am Druckluftbehälter befindet sich zur Kontrolle ein Manometer und ein Sicherheitsventil, das beliebig grosse Einstellungen des Luftdruckes gestattet.

Um zu verhüten, dass der Kompressor nutzlos Arbeit verzehrt durch Komprimieren der Luft, die bei bereits gefülltem Druckluftbehälter durch ein Sicherheitsventil ins Freie entweichen müsste, kann rein automatisch die Druckluftförderung etwa durch Offenhalten des Saugventils unterbrochen werden. Es findet dann durch den Kompressor nur ein Ansaugen und Ausblasen der Luft unter atmosphärischer

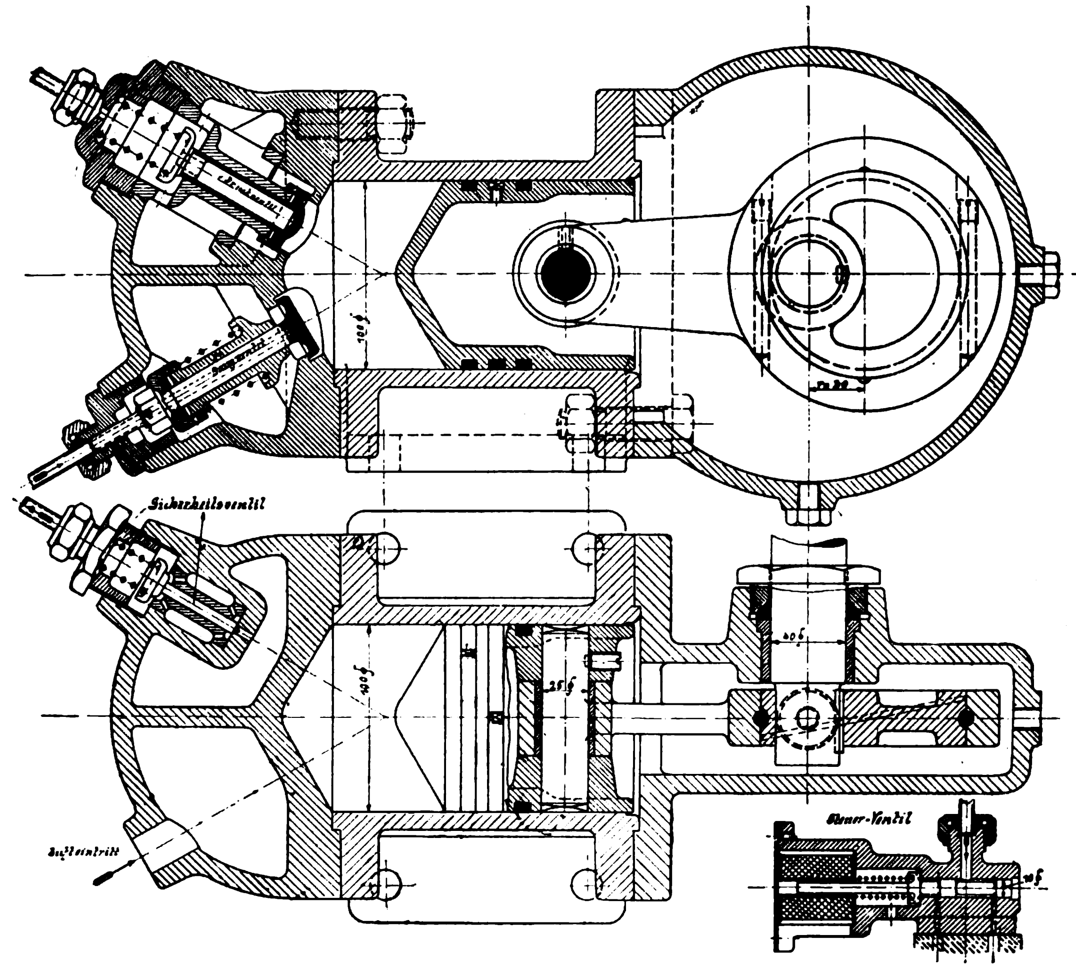


Fig. 23. Kompressor.

Der Unterschied zwischen Bahnen und Hebezeugen ist, wenn wir von ihrer Konstruktion absehen und nur lediglich ihren Zweck im Auge behalten, durchaus nicht so gross, als dass sich uns nicht unwillkürlich der Gedanke aufdrängt, wir müssten die bisherige mangelhafte Bremsung bei Kranen beseitigen durch dasselbe Kraftmittel, das im Bahnbetriebe zu so guten Ergebnissen geführt hat. Und wie berechtigt dieser Gedanke ist, soll in der nachfolgenden Darstellung dargetan werden.

Zur Erzeugung der Druckluft wird ein kleiner Kompressor unmittelbar durch Kurbel oder Exzenter von einer Welle des Hubwerkes angetrieben. Die Luft wird in einen Sammelbehälter gedrückt, in dem man einen den jeweiligen Verhältnissen genügenden Energievorrat aufspeichert. Die mechanische Bremse wird geschlossen, wenn ein an dem Bremsgestänge angreifender Kolben des Bremszylinders durch Druckluft vorgeschoben wird. Bremszylinder und Druckluftbehälter sind durch eine Rohrleitung verbunden, in die ein Steuerorgan gelegt ist, das gestattet, den Bremszylinder einmal mit dem Druckluftbehälter zum Schliessen der Bremse

Spannung statt, das, abgesehen von Reibungsverlusten, keine Arbeit erfordert. Die Ventile bleiben hierbei in Ruhe.

Wie aus der Kompressorzeichnung (Fig. 23) hervorgeht, wird die automatische Ausschaltung in einfacher Weise dadurch erreicht, dass die aus dem Sicherheitsventil des Druckraums austretende Luft auf die nach hinten durchgeführte Saugventilspindel wirkt und das Saugventil dadurch öffnet. Das Saugventil tritt erst dann wieder in Tätigkeit, sobald die hinter dem Ventil befindliche Druckluft infolge der absichtlich zugelassenen geringen Undichtigkeit entwichen ist. Während des Kompressorleerlaufs ist also nur der hierdurch entstehende geringe Druckluftverlust zu ersetzen.

Durch diese Art Lösung weisen wir dem Elektromagneten bei Laufkranen und dem Kranführer bei Hafenkranen jetzt eine ganz andere, viel leichtere Aufgabe zu; beide sollen nicht mehr die gesamte zum Heben des schweren Bremsgewichtes erforderliche Arbeit hergeben, deren Grösse bei dem Bremsmagneten zu erheblichen Uebelständen führt und bei dem Kranführer ein allmähliches Erlahmen seiner physischen Kräfte verursacht. Beide haben jetzt eine gegen

früher verschwindend kleine Arbeit zu leisten, wenn sie ein kleines, völlig entlastetes Ventil anheben und damit eine Kraft auslösen, die vom Krane selbst geliefert wird.

Die zwangläufige Verbindung des Kompressors mit dem Hubwerke des Krans muss hier aus zwingenden Gründen gewählt werden; denn der Kompressor darf nicht durch einen besonderen Elektromotor angetrieben werden, weil, abgesehen von den erheblichen Mehrkosten, der elektrische Strom durch irgend eine Betriebsstörung oder Nachlässigkeit des Kranführers leicht ausbleiben kann. Bei der getroffenen Anordnung dagegen sorgt der Kran immer selbst für den nötigen Druckluftbedarf ganz unabhängig vom Kranführer. Für den Fall, dass der Kompressor selbst versagt, ist bei der direkt wirkenden Druckluftbremsung eine Notbremse erforderlich, welche die Last in der Schwebe hält. In vollkommener Weise erfüllt diese Forderung die Gewichtsbremse, welche durch die Druckluft im Vorratsbehälter selbst gelüftet gehalten wird. Sobald die Pressung unter ein bestimmtes Mass sinkt, geht das Gewicht herunter und schliesst die Bremse. Ein Herabfallen der Last ist also durch Versagen des Kompressors völlig ausgeschlossen.

Dadurch, dass beim Senken und beim Stoppen die Arbeit für die zu ersetzende Druckluft auf Kosten der sinkenden Last oder der abzubremsenden Massen bestritten wird, erhöht sich natürlich der Wirkungsgrad der Druckluftbremsung erheblich.

Ein sehr deutliches Bild von dem Arbeiten des Kompressors während eines Kranspiels geben Fig. 15 und 16.

Erscheint hiernach das einzuschlagende Verfahren theoretisch ebenso einfach wie zweckentsprechend, so stehen auch der praktischen Durchführbarkeit irgend welche erhebliche Schwierigkeiten nicht entgegen.

Wählen wir ein den zeitigen Verhältnissen entsprechendes Beispiel und legen wir unserer Betrachtung die fahrbare Winde eines Laufkrans von 30 t Tragkraft zugrunde, deren Entwurf Fig. 24 zeigt.

Der Antrieb des Hubwerks erfolgt durch einen 27 PS-Hauptstrommotor der Firma *Siemens & Halske* mit einer minutlichen Umdrehungszahl $n = 440$ und einem Schwungmoment $G D^2 = 24$ kgm².

Vermittels eines durch Kupplungen umschaltbaren Getriebes vermag der Hubmotor bei gleichbleibender Leistung mit zwei verschiedenen Lastgeschwindigkeiten zu arbeiten, und zwar beträgt die Hubgeschwindigkeit

bei dem 30 t Windwerk . . 2,88 m/Min.
„ „ 10 t „ . . 8,8 „

bei Leerlauf erhöhen sich diese Geschwindigkeiten auf etwa das 1,65fache, also auf 4,75 bezw. 14,5 m/Min.

Fig. 1 und 8 zeigen die Geschwindigkeitsdiagramme dieser beiden Windwerke.

Der Anlauf habe in allen Fällen die Dauer von zwei Sekunden; das Senken der Last erfolge durch elektrische Ankerbremsung, das Stoppen dagegen allein durch die mechanische Bremse. Da die Bremskraft nahezu konstant ist, so wird die Stoppzeit je nach der Last verschieden sein; die Grenzfälle sind in den Diagrammen berücksichtigt worden.

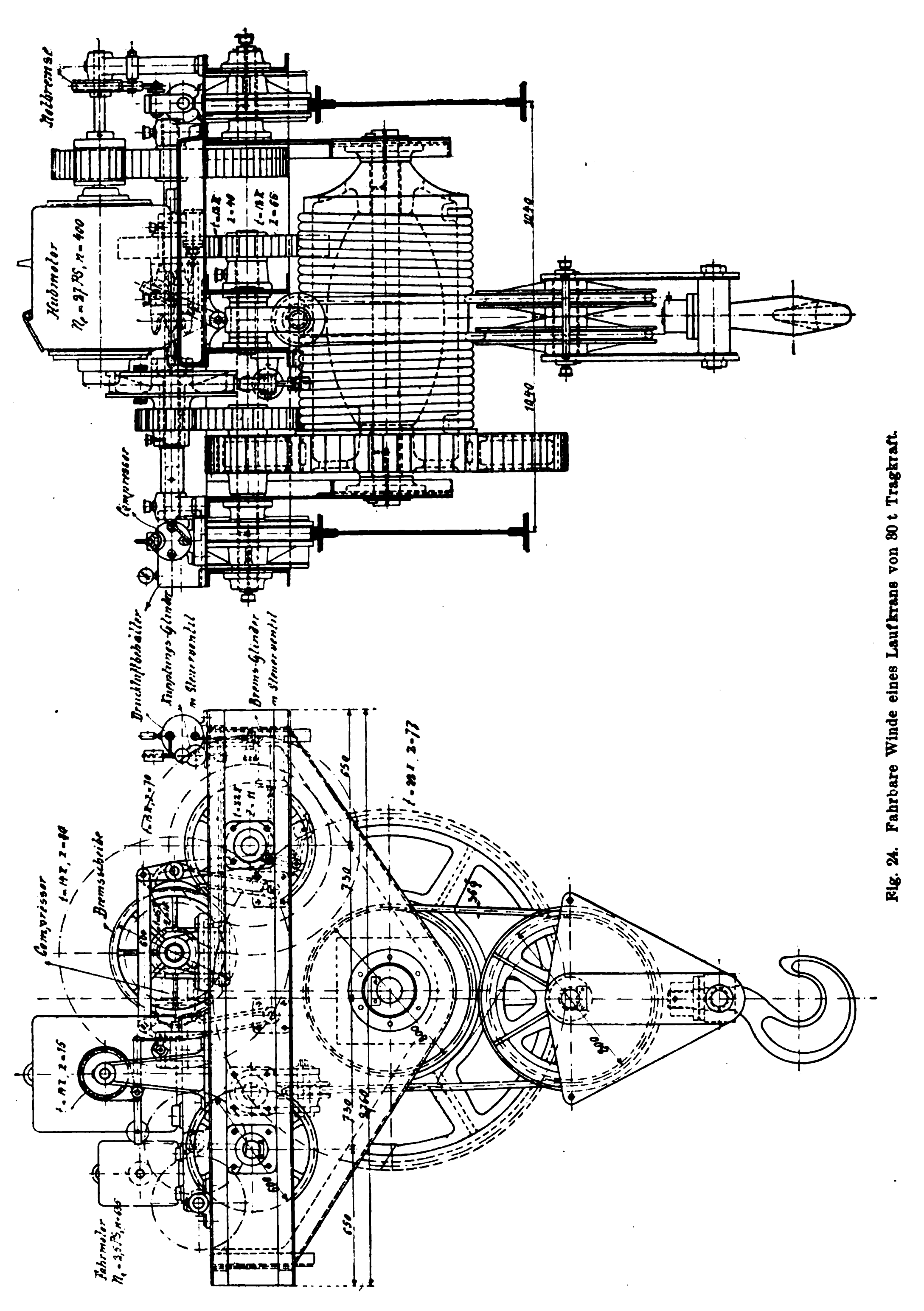


Fig. 24. Fahrbare Winde eines Laufkrans von 30 t Tragkraft.

Aus den Geschwindigkeitsdiagrammen sind nach Ermittlung der Reibungswiderstände und Trägheitsmomente der Triebwerksteile die Widerstandsdiagramme Fig. 2, 4, 6, 9, 11 u. 13 und hierauf die Energiediagramme Fig. 3, 5,

7, 10, 12 u. 14 aufgestellt worden, die ein gutes Bild geben von dem Einfluss des Motorankers auf die Massenwiderstände und den Arbeitsverbrauch beim Anlauf und Stoppen. Besonders auffällig ist, wie aus Fig. 2 u. 4 hervorgeht, die Tatsache, dass beim Senken oder Heben des leeren Hakens eine grössere Bremskraft erforderlich ist, als beim Senken der vollen Last von 10 t, wenn in gleicher Zeit abgestoppt werden soll.

Rücksichten auf Festigkeit von Anker und Getriebe sind für die Bemessung der Bremskraft massgebend; sie wurde hier zu 35,5 t, reduziert auf den Lasthaken, angenommen.

Der Durchmesser der Bremsscheibe beträgt 600 mm; der Durchmesser der Seiltrommel 800 mm; die Uebersetzung zwischen Bremsscheibe und Lasthaken

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{70}$$

Hierdurch würde eine Umfangskraft der Bremsscheibe bedingt sein

$$B^1 = \frac{35\,500}{170} \cdot \frac{0,4}{0,3} = 680 \text{ kg}$$

Bei einem Reibungskoeffizienten $\mu = 0,25$, zwei Bremsbacken und Hebelübersetzung $^1/_4$ ergibt sich einschliesslich der Reibungs- und Gewichtswiderstände im Bremsgestänge für den Kolben des Bremszylinders ein auszuübender Druck

$$P = \frac{680}{0,25} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} + C = 340 + C = 375 \text{ kg}$$

Die erforderliche Luftpressung bei 100 mm Kolbendurchmesser beträgt

$$p = \frac{375}{\frac{10^2\,\pi}{4}} + 1 = 5,8 \text{ Atm. (absolut).}$$

Die zum einmaligen Bremsen notwendige Luftmenge ist bei 3 mm Spiel zwischen Bremsbacken und Scheibe unter Berücksichtigung von 6 v. H. schädlichem Raum

$$q^1 = 2 \,.\, 4 \,.\, 0,3 \,.\, 10^2 \, \frac{\pi}{4} \,.\, 1,06 = 200 \text{ cm}^3$$

oder auf atmosphärische Spannung umgerechnet

$$q = 4,8 \,.\, 200 = 960 \text{ cm}^3$$

Der Durchmesser des Kompressors, der die Bremsluft zu liefern hat, beträgt 100 mm und der Hub 60 mm. Der Kompressor ist wie die mechanische Bremse stets zwangläufig mit der Lasttrommel verbunden. Seine Umdrehungszahl f. d. Minute ist bei dem

30 t Windwerk	80
10 t „	246

sein Arbeitsverbrauch beträgt

belastet	150 Watt
leer	20 „

Die Grösse des Druckbehälters wurde zu 8 l angenommen.

Da die vom Kompressor gelieferte Druckluftmenge zu dem Lasthakenweg in einem unveränderlichen Verhältnis steht, so sind zur besseren Verdeutlichung in Fig. 15 die Druckluftpressungen im Druckbehälter als Ordinaten zu den jeweiligen Hakenstellungen eines beliebig gewählten Kranspiels aufgetragen. Die Diagramme (Fig. 16 u. 17) zeigen dagegen den Arbeitsaufwand für Druckluft und Magnetbremsung während dieses Kranspiels. Die Diagramme lassen deutlich die Ueberlegenheit der Druckluftbremsung erkennen.

Als Steuerorgan der Druckluft dient der in Fig. 23 dargestellte Kolbenschieber. Er bietet den grossen Vorteil vollkommener Entlastung, kleiner Abmessung und kleinen Hubes, sodass ein Steuerelektromagnet nur kleine Abmessungen erhält und daher die Uebelstände vermeidet, welche sich bei den grossen Magneten zeigen. Er wird, wie bisher der Bremsmagnet, von dem Anlasser des Hubwerksmotors gesteuert; sobald die Erregung aufhört, wird der Schieber durch die gespannte Feder zurückgeworfen und der Druckluft der Weg in den Bremszylinder freigegeben.

Um einen Anhalt für seine Grösse und seinen Arbeitsverbrauch zu bekommen, möge folgende Rechnung dienen: Der Hub des Elektromagneten beträgt 1 cm, die Spannkraft der Feder am Hubende 0 bezw. 0,05 kg. Zur Bestimmung der Amperewindungszahl rechnen wir mit der mittleren Federspannung 0,025 kg und dem halben Hub 0,5 cm, um einen wirklichen Wert zu erhalten.

Um eine Zugkraft von 0,025 kg ausüben zu können, bedarf der Elektromagnet nach der *Maxwell*schen Formel

$$P = 4\,\frac{N^2}{f} \,.\, 10^{-8} \text{ kg}$$

eine Kraftlinienzahl bei einem Eisenquerschnitt $f = 0,285$ cm²

$$N = \sqrt{\frac{0,025 \,.\, 0,285}{4}} \,.\, 10^4 = 420$$

Um diese Kraftlinienzahl zu erzeugen, haben wir eine Amperewindungszahl bei einem Hube $l = 0,5$ cm unter der zulässigen Vernachlässigung des magnetischen Widerstandes im Eisenkern und Magnetgehäuse nötig

$$n\,J = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{l}{f} \cdot \frac{N}{0,4\,\pi} = \frac{1}{1} \cdot \frac{0,5}{0,285} \cdot \frac{420}{0,4\,\pi} = 510$$

Elektromagnete dieser Form besitzen jedoch eine grössere Zugkraft, als die *Maxwell*sche Formel ergibt. Dieses findet seine Erklärung in der sehr beträchtlichen Streuung.

Die Versuche von *Vogelsang* (Elektr. Zeitschr. 1901, S. 176) zeigen, dass die Anzugkraft 2,6 bis 3,1 mal grösser ist, als die Rechnung ergibt.

Wir würden demnach mit einer Amperewindungszahl auskommen von

$$n\,J = \frac{1}{\mu} \,.\, 510 = 170$$

Der angenommene Wicklungsquerschnitt von

$$14 \,.\, 40 = 560 \text{ mm}^2$$

gestattet eine ungefähre Windungszahl von 560 bei einem angenommenen Drahte von 0,5 mm² Kupferquerschnitt.

Der Erregerstrom stellt sich hiernach auf

$$J = \frac{170}{560} = 0,3 \text{ Ampère}$$

Bei einem mittleren Spulendurchmesser $D = 22$ mm ist die Gesamtlänge

$$L = D\,\pi \,.\, n = 0,021\,\pi \,.\, 590 = 39 \text{ m}$$

und sein Widerstand

$$W = \frac{1}{c} \cdot \frac{L \text{ m}}{f \text{ mm}^2} = \frac{1}{55} \cdot \frac{39}{0,5} = 140 \text{ Ohm}$$

Um bei 500 Volt Netzspannung nur einen 0,3 Ampère starken Strom in der Spule zu erhalten, bedürfen wir dagegen eines Widerstandes von

$$W_1 = \frac{E}{J} = \frac{500}{0,3} = 1670 \text{ Ohm}$$

wir sind also gezwungen, der Spule 1668,6 Ohm vorzuschalten.

Der Arbeitsverbrauch des Elektromagneten infolge der *Ohm*schen Verluste beträgt

$$A = E\,J = 500 \,.\, 0,3 = 150 \text{ Watt}$$

Dieser Wert erscheint gegenüber der Arbeitsleistung des Magneten 0,025 kg . 1,0 cm = 0,025 cmkg sehr hoch, wenn man zum Vergleich einen 600 cmkg Bremsmagneten der Firma *Siemens & Halske* mit einem Arbeitsverbrauch von 1000 Watt heranzieht; in Wirklichkeit dürfte sich daher wohl der Arbeitsverbrauch dieses kleinen Magneten erheblich geringer stellen.

Um bei diesem kleinen Topfmagneten ein sofortiges Loslassen des Eisenkerns in dem Augenblick der Stromunterbrechung zu bewirken, wird nach Angabe von Professor *Klingenberg*, Berlin, am zweckmässigsten das Magnetgehäuse in seiner Längsachse aufgeschnitten, da durch den Luftspalt die starken im Gehäuse verlaufenden Wirbelströme vermieden werden, die den Eisenkern wiederum magnetisieren.

Das Gewicht der zur Druckluftbremsung gehörigen Teile, abgesehen von Bremsscheibe, Backen und Gestänge, die ja auch bei der Magnetbremsung notwendig sind, beträgt ungefähr

$$G = 60 \text{ kg;}$$

die Kosten nach dem Angebot der Firma *Schäffer & Budenberg*, Magdeburg,

= 200 Mark.

Wollte man unter gleichen statischen Bedingungen die Druckluftbremsung durch die bisherige Magnetbremsung ersetzen, so würden sich die Verhältnisse folgendermassen gestalten:

Erforderliche Hubarbeit des Bremsmagneten

= 375 kg . 2,4 cm = 900 cmkg

Diese Arbeit würden nach dem Preisverzeichnis von *Siemens & Halske* leisten 2 Bremsmagnete von 600 cmkg mit einem Energieverbrauch von etwa 1800 Watt.

Dynamisch betrachtet, würde die Magnetbremsung einen Vergleich mit der Druckluftbremsung bezüglich der Dauer der Stopperiode und Sanftheit des Bremsens infolge der grossen zu bewegenden Massen nicht aushalten. Beim Fallen des Bremsgewichtes wird eine Arbeit von 900 mkg = 9 mkg frei; wird diese Arbeit nicht durch besondere Dämpferpumpen, die natürlich das Schliessen der Bremse verzögern, aufgenommen, so tritt ein ganz beträchtlicher Stoss ein. Selbst wenn man in diesem Falle eine Federung des Bremsgestänges von $s = 0{,}03$ m annimmt, so beträgt die Drucksteigerung doch

$$P = \frac{9 \text{ mkg}}{0{,}03 \text{ m}} = 300 \text{ kg}$$

Die Bremskraft würde in dem Augenblicke des Einfallens also das Vierfache der normalen betragen.

Gewicht und Preis der Magnetbremsung stellen sich:

	Gewicht in kg	Preis in Mark
2 Bremsmagnete von 600 cmkg . .	300	1040
1 Bremsgewicht und Dämpferpumpe	112	35
Summa	412	1075

Der besseren Uebersicht wegen sind Gewicht, Preis und Arbeitsverbrauch der beiden Bremsarten in folgender Tabelle zusammengestellt:

Art der Bremsung	Gewicht kg	Preis Mark	Arbeitsverbrauch Watt
Magnetbremsung . . .	412	1075	1800
Druckluftbremsung . . .	60	200	150
Differenz	352	875	1650

Die aus dem Bremszylinder tretende Druckluft kann vorteilhaft weitere Verwendung finden zum künstlichen Kühlen des Elektromotors. Dieses Verfahren hat bei Strassenbahnmotoren in Amerika bereits Anwendung gefunden. Da 1 kg Druckluft von 6 Atm. bei ihrer Expansion etwa 38 Kalorien an Wärme bindet, so würde die Bremsluft immerhin imstande sein, eine wirksame Kühlung des Motors herbeizuführen.

Wenn nun auch im Kranbau diese künstliche Kühlung nicht dahin führen soll, bei der Wahl des Motors zu dem in den Preislisten in bezug auf Leistung $^1/_3$ höher angesetzten Transmissionsmotor zu greifen, bei dem ein grosses Anzugsmoment nicht erforderlich ist, so wird man aber doch bestrebt sein müssen, den elektrischen Wirkungsgrad eines Windwerks in gleicher Weise zu verbessern, als man es bisher nur einseitig bei dem mechanischen anstrebte. Der elektrische Wirkungsgrad kann aber durch eine gute Kühlung des Motors nicht unwesentlich erhöht werden, wie aus folgendem hervorgeht: Bei einem zweipoligen Motor betrug der Ohmsche Widerstand, im warmen Zustande gemessen, 17 v. H. mehr als im kalten.

Kurz zusammengestellt sind die Vorteile der Druckluftbremsung gegenüber der Magnetbremsung folgende:

1. bedeutend geringere Anschaffungskosten,
2. bedeutend geringeres Gewicht,
3. bedeutend geringerer Arbeitsverbrauch,
4. grössere Betriebssicherheit,
5. Sanftheit des Bremsens,
6. Entlastung des Hubmotors und bei Drehstrom zugleich grosse Ersparnis von Energie durch Fortfall der elektrischen Bremsung während der Stopperiode,
7. einfachere und sichere Bedienung der Steuerung und grössere Schonung des Anlassers durch Fortfall des allmählichen Schaltens auf verschiedene Widerstandsstufen beim Stoppen,
8. Erhöhung der Leistungsfähigkeit eines Krans durch Verkleinerung der Stopperiode,
9. Stärke der Bremsung leicht in weiten Grenzen regulierbar,
10. es bedarf für die Apparate zur Druckluftbremsung nur je eines Modelles, da die Hubarbeit des Bremskolbens jedem beliebigen Krane in leichter Weise angepasst werden kann,
11. Erhöhung des Wirkungsgrades des Hubwerkes durch Verwendung der Bremsluft zum Kühlen des Motors.

Die Verwendung von Druckluft zum Bedienen der mechanischen Bremse bringt nach dieser Untersuchung ganz ausserordentlich grosse Vorteile mit sich. Etwaige Schwierigkeiten, in ihrer praktischen Durchführung kann man kaum nach den vorliegenden Erfahrungen im Eisenbahn- und Strassenbahnbau erwarten.

II. Druckluftkupplung.[2])

In der Jetztzeit, wo alles im Zeichen des Schnellbetriebes steht, drängen die Verhältnisse auch bei Kranen dahin, die Fördergeschwindigkeit mehr und mehr zu erhöhen. Wenn man von ausserhalb der Konstruktion liegenden Verhältnissen absieht und die Massenkräfte während der Anlauf- und Stopperiode genügend berücksichtigt, so sind Grenzen für jene Geschwindigkeit weniger durch die notwendige Rücksichtnahme auf Sicherheit, als vor allem auf die Grösse des Antriebsmotors gegeben.

Die Lasten, welche ein Kran zu heben hat, schwanken zwischen Null und dem aus der Festigkeit des Krans sich ergebenden Höchstwerte. Ein idealer Zustand würde es sein, wenn die Hubgeschwindigkeit entsprechend der Abnahme der Last zunehmen würde. Die Leistung des Motors bliebe hierdurch immer konstant, und die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des Kranes würden sich dabei ganz ausserordentlich erhöhen.

Diesem Ideale vermögen wir uns bei Elektromotoren auf elektrischem Wege nur teilweise und dann auch nur sehr entfernt zu nähern. Bei Drehstrommotoren ist es von vornherein ausgeschlossen, da sie mit fast konstanter Geschwindigkeit unter allen Belastungen laufen, und bei Gleichstrom-Hauptstrommotoren genügt die Geschwindigkeitssteigerung bei kleineren Lasten längst nicht, um eine einigermassen unserem Ideale entsprechende Ausgleichung herbeizuführen; z. B. beträgt bei 0,20 der normalen Zugkraft die Geschwindigkeit nur das 1,6 fache der normalen Geschwindigkeit.

Diesem Mangel der Elektromotoren hat man durch ein sogenanntes „Hilfstrieb" zu beseitigen gesucht, d. h. man will die Geschwindigkeit bei kleinen Lasten dadurch erhöhen, dass ein mechanisches Vorgelege mit geringerer Uebersetzung als bei grosser Last zwischen Lasttrommel und Motor durch Kupplungen eingeschaltet wird.

Bei Kranen kleinerer Abmessung, die den Führerstand unmittelbar am Windwerk haben, lassen sich ja die Kupplungen leicht von Hand bedienen; schwieriger liegen jedoch die Verhältnisse bei grossen schweren Triebwerken, wo Menschenkraft nicht mehr genügt, die Kupplungen schnell und sicher zu schliessen, und ferner bei solchen Triebwerken, die relativ zum Führerstande nicht festliegen, wie es bei modernen elektrisch betriebenen Laufkranen und Hochbahnkranen mit fahrbarer Katze und seitlich am Kranträger untergebrachtem Führerstande der Fall ist; hier muss die Kraft erst durch Seilzüge auf umständliche Art und Weise nach den Kupplungen auf der Katze hingeleitet werden.

Die Lösung der vorbezeichneten Aufgabe ist in der Praxis versucht worden, sie scheiterte aber an den Schwierigkeiten und Umständlichkeiten, die sich hierbei ergaben, und zum grossen Teil auch daran, dass die Aufmerksamkeit des Kranführers bei flottem Betriebe sehr durch die erhöhte Inanspruchnahme seiner physischen Kräfte litt.

Neuerdings ist eine andere Lösung bei elektrisch betriebenen Laufkranen aufgetaucht, die darin besteht, zwei voneinander unabhängige Windwerke auf der Katze unterzubringen, von denen das eine für grosse Lasten und kleine

[2]) D. R.-P. 135774.

Fördergeschwindigkeiten und das andere für kleine Lasten und grosse Fördergeschwindigkeit bestimmt ist. Die Antriebsmotoren sind in beiden Fällen gewöhnlich gleich gewählt.

Der Vorteil der grösseren Leistungsfähigkeit wird hierbei aber sehr teuer erkauft.

Zunächst sind die Anlagekosten wegen des doppelten Hubwerkes mit seiner teuren elektrischen Einrichtung ganz bedeutend hoch; dann aber vergrössern sich das Gewicht der Katze und des Kranträgers nicht unbedeutend und damit zugleich die toten Massen, welche für ein schnelles Anfahren und Anhalten so nachteilig sind.

Zum Vergleich mögen die Gewichte und Preise einer mit 7,5 t-Hilfstrieb ausgerüsteten 40 t-Katze mit denen einer normalen 40 t Katze verglichen werden. Die Hubmotoren leisten je 60 PS bei 4,4 $^{m}/_{min.}$ und bei 24,0 $^{m}/_{min.}$ Geschwindigkeit und bei 40 t, bezw. 7,5 Last:

Art der Katze	Elektrische Einrichtung		Mechanische Einrichtung		Gesamt-Einrichtung	
	Gewicht in kg	Preis in Mark	Gewicht in kg	Preis in Mark	Gewicht in kg	Preis in Mark
40 t-Katze mit 7,5 t-Hilfsbetrieb . . .	4800	15000	12600	13300	17400	28300
Normale 40 t-Katze .	2700	9300	10500	11200	13200	20500
Differenz					4200	7800
Mehraufwand gegenüber der normalen Katze					32 %	38 %

Die angestellten Versuche mit Kupplungen sind als gescheitert zu betrachten, und zwar, wie erörtert, hauptsächlich deshalb, weil einmal die Kraft des Kranführers zum Schliessen der Kupplungen nicht ausreicht und zum anderen die Kraftübertragung vom Führerstande nach der Katze zu umständlich ist.

Alle diese Uebelstände treten bei der Anwendung von Druckluft gänzlich zurück. In leichter Weise kann auf der Katze, wie wir oben an dem Beispiele der Druckluftbremsung gesehen haben, für reichlichen Druckluftvorrat ohne Zutun des Kranführers rein maschinell gesorgt werden; und in ebenso leichter Weise lässt sich durch kleine, elektromagnetisch steuerbare Ventile eine Verteilung der Druckluft in den Zylindern so bewirken, dass deren Kolben die gewünschte Funktion, wie z. B. Schliessen und Oeffnen von Kupplungen, ausüben können.

Mit Hilfe einer Druckluftkupplung und eines ein- und ausschaltbaren Vorgeleges lässt sich daher, wie der Entwurf einer 30 t-Winde Fig. 24 auch zeigt, die erhöhte Leistungsfähigkeit eines Kranes weit einfacher, billiger und betriebssicherer erreichen, als mit einem doppelten Hubwerk. Wirklich bahnbrechend wird diese Lösung für den Betrieb der Krane mit Drehstrommotoren sein. Trotzdem die Drehstrommotoren bei weitem die Hauptstrommotoren an Anzugmoment, Einfachheit, Betriebssicherheit und Energierückgewinnung beim Senken der Last unter Ausschluss einer gefährlichen Geschwindigkeit übertreffen, war ihre Verwendung für Kranbetrieb bisher selbst da, wo Drehstrom unmittelbar zur Verfügung stand, wegen ihrer durch konstante Geschwindigkeit bedingten geringen Leistungsfähigkeit nicht anzuraten.

Die Ergebnisse vorliegender Untersuchungen lassen erkennen, dass die Druckluft ausserordentlich grosse Vorteile für die elektrisch betriebenen Krane mit sich bringt. In einfacher Weise beantworten sich zwei bei ihnen so brennend gewordene Fragen: nach guter kräftiger Bremsung und nach Erhöhung der Leistungsfähigkeit.

Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Fortsetzung von S. 605 d. Bd.).

c. *Saugapparate.*

In den vorangegangenen Berichten wurde bereits ausführlich betont, wie sehr es wünschenswert ist, die Reibung zwischen Sieb und den Rändern des Saugkastens so viel wie möglich herabzusetzen, um das Sieb zu schonen. Zu den Einrichtungen, welche diesen Zweck erfüllen sollen und bereits beschrieben worden sind, treten nunmehr einige neue.

Fig. 90.

Friedrich Wöhrmeyer in Raguhn geht nach D. R.-P. 104091 folgendermassen vor (Fig. 90 u. 91). Der Breite nach wird das Sieb i durch die mit derselben Umfangsgeschwindigkeit wie das Sieb sich drehenden Walzen a, b im Saugkasten g gestützt. Die seitliche Begrenzung wird durch Stücke n gebildet, welche durch Schraubenspindeln o mit Handrad bei p eingestellt werden können. Zur Abdichtung gegen die Walzen a, b sind in den Umfang von n Gleitstücke aus nachgiebigerem Material, wie Holz oder Weissmetall, eingesetzt, die sich an die Mantelfläche von a und b anlegen. Um nun besonders die durch die scharfen Kanten q zu fürchtende Abnutzung des Siebes zu vermeiden, schlingt *Wöhrmeyer* um die Formatzungen n endlose Siebbänder f, welche sich infolge des Saugerdruckes mit dem Sieb bewegen, von diesem mitgenommen werden und durch Führungen c, d wieder an die Zulaufstelle zurückgeführt werden. Die Führungen c, d sind auch durch Schrauben der Lage von n gemäss einstellbar. Nach unten ist der Sauger durch den Balken k, der sich an den Umfang von a und b anlegt, abgeschlossen. Aus den Löchern l wird das Wasser mittels der Rohre m abgesaugt.

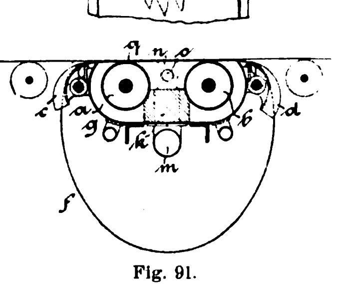


Fig. 91.

Bei dem Sauger von *Johann Kaubek* nach D. R.-P. 114043 wird das Sieb ebenfalls durch Walzen getragen, die seitliche Abdichtung aber durch fortwährend mit Wasser getränkte Bürsten gebildet, welche das Sieb wenig anstrengen sollen. *S. W. Shearer* hingegen nimmt im amerik. Patent 644832 als seitliche Abdichtung Kautschukstreifen, ähnlich den oberhalb des Siebes laufenden Deckelriemen. Die seitlichen Kautschukstreifen bilden endlose Bänder, welche, über Walzen geleitet, die Bewegung des Siebes mitmachen.

In der prinzipiellen Anordnung erinnert der Sauger von *D. N. Bertram* in Edinburgh nach D. R.-P. 118308 ungemein an den hier ausführlicher beschriebenen von *Wöhrmeyer*. Doch gibt *Bertram* den im Sauger liegenden Stützwalzen des Siebes auch noch eine Längsbewegung nach ihrer Achse, um das Unrundwerden dieser Walzen zu verhüten, indem die Walzen in einen Rahmen gefasst werden, welcher durch einen Exzenter hin und her bewegt wird.

Statt der parallelopipedischen Saugkasten, schlägt *J. W. Grant* wieder einen Walzensauger vor[8]). Dieser ist im wesentlichen ein reich gelochter Zylinder h (Fig. 92), welcher auf Walzen g hängt, die nach unten durch die Walze e abgedichtet werden; seitlich tun dies Platten f. Aus dem solcherart unter dem Sieb gebildeten Raum i wird

[8]) Vergl. D. p. J., 1898, **310**, 111.



Luft und Wasser abgesaugt, während die Walzen *n*, *p* den Saugzylinder *h* fortwährend herumwälzen, mit einer Geschwindigkeit gleich jener des darüber streichenden Siebes. Dieses ist wohl dadurch sehr geschont, aber für das Absaugen, Entwässern, steht gewiss nur eine geringe Fläche zwischen den Walzen *g* zur Verfügung.

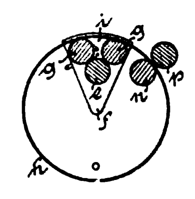


Fig. 92.

d. Vordruckwalzen.

Sie dienen bekanntlich dazu, um der Oberfläche von oben her Druck zu geben, die Oberfläche dichter zu schliessen und echte Wasserzeichen einzudrücken. Allerdings kann man damit noch immer nicht allerorten jene Effekte erreichen, welche unschwer oder doch leichter als mit Vordruckwalzen bei Schöpfformen zu erhalten sind, die in letzter Zeit auch in Deutschland bis zur künstlerischen Vollendung hergestellt werden, wie etwa von der Reichsdruckerei.

Um die Siebwalzen, besonders an den Lötstellen weniger heikel zu gestalten, überzieht *J. W. A. Kufferath* seine Vordruckwalzen mit einem elektrolytischen Niederschlag von Kupfer. Durch diesen wird, wie die Erfahrung zeigt, die Schärfe der Wasserzeichen nicht beeinträchtigt.

Zur Reinigung von Siebwalzen benutzt *H. Güntter* nach D. R.-P. 96559 ein durch den hohlen Zapfen eingeführtes Spritzrohr für Wasser oder Dampf, welches nach Bedarf leicht in verschiedene Lagen gebracht werden kann.

Statt einer eigentlichen Siebwalze ordnet *Josef Broichmann jr.* in Düren nach D. R.-P. 95332 eine beliebige, weitmaschige Walze an, welche durch Hebellager getragen und durch entsprechende Gewichte niedergezogen, durch ein endloses Metalltuch wirkt, das den unteren Teil des Umfanges jener Walze umspannt und über geeignete Leit- und Spannwalzen geht, dabei bequem fortwährend gereinigt und abgespritzt werden kann.

Die Vordruckwalzen von *Johnson* und *Garnett* werden nach D. R.-P. 113080 und amerik. Patent 673523 dadurch hergestellt, dass die Messingscheiben, über welche das Metalltuch gespannt wird, nicht auf die Achse gelötet, sondern lose aufgeschoben und durch Zwischenringe in ihrer Lage festgehalten werden. Die Stützscheiben sind solcherart leicht auswechselbar.

Um die Vordruckwalzen gleichmässig auf beiden Seiten des Metalltuches heben und senken zu können, wendet *Fr. W. Andreas* in Dresden Schraubenspindeln, je eine für jedes Lager der Vordruckwalze, an, welche durch eine wagerechte Hilfswelle von einer Seite des Metalltuches aus gleichmässig gedreht werden können. Diese Schraubenspindeln erfassen die Hackenlager der Vordruckwalze und heben, bezw. senken dieselbe.

In sehr sinnreicher Weise wollen *Zweifel* und *Affeltranger* nach D. R.-P. 104226 und französischem Patent 285178 farbige, unauslöschliche Wasserzeichen in die Papierbahn bringen.

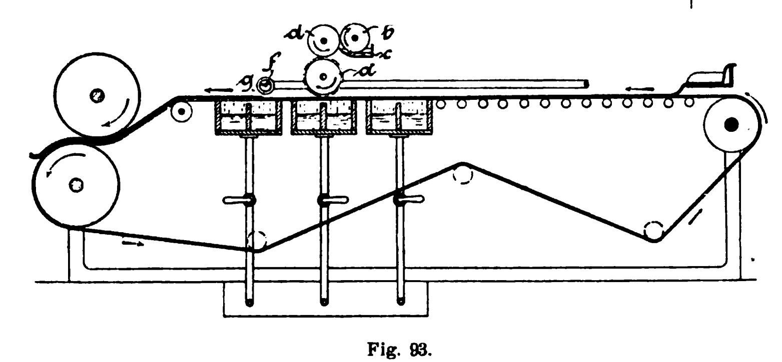


Fig. 93.

Wir erkennen in Fig. 93 das endlose Langsieb in einer üblichen Anordnung. Ueber dem zweiten Saugkasten liegt die Vordruckwalze *a*, welche erhaben Buchstaben, Zeichnungen oder dergl. in der Mantelfläche enthält. Die hervorragenden Teile werden von der Zwischenwalze *d* mit Farbe versehen, welche aus dem Troge *c* entnommen und durch die Walze *b* an *d* abgegeben wird. Damit die farbigen Zeichnungen auf dem weiteren Lauf der Papierbahn nicht so leicht verwischt werden, fliesst aus dem Rohr *f*, bezw. aus der Oeffnung *g* dünner Papierstoff auf die mit den farbigen Wasserzeichen versehene Bahn, bildet darüber einen dünnen Ueberzug, welcher besonders durch die Wirkung des dritten Saugers noch ausreichend entwässert wird, um den Druck in der Gautschpresse zu ertragen. Durch gelungene, derartige Wasserzeichen wäre Fälschung zweifellos sehr erschwert.

e. Stoffänger.

Der *Füllner*sche Stoffänger, bei welchem ein grosses, kegeliges Gefäss zum Absetzen der Stoffteile aus den verschiedenen Abwässern benutzt erscheint[9]), wird in der Praxis viel gelobt, analog wie ein ganz ähnlich gebauter und auch ähnlich wirkender Stoffänger der Maschinenfabrik vormals *Wagner & Co.* in Köthen. *Füllner* selbst hat seinen Apparat weiter zu vervollkommnen gesucht. (D. R.-P. 116105 und 118292, sowie amerik. Patente 668559 und 668560). In Fig. 94 ist das Papiermaschinenabwasser durch Rohr *c* zufliessend zu denken.

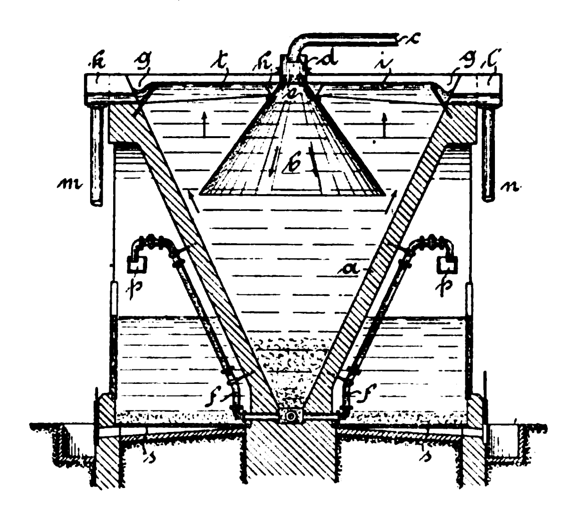


Fig. 94

Es läuft in die Erweiterung *d* und lässt auf dem Siebe *e* die gröbsten Verunreinigungen zurück. Das andere fliesst durch den sich allmählich nach unten erweiternden Trichter *b* abwärts, vermindert dabei seine Geschwindigkeit, lässt die Fasern solcherart leichter nach abwärts, gegen die Spitze des Kegels sinken, während das Uebrige wieder gegen aufwärts fliesst. Man kann dabei den ringförmigen Querschnitt beim Ende des Trichters *b* auch genau gleich jenem der Mündung von *b* machen, so dass bei dem Aufwärtsfliessen vorerst gar keine Geschwindigkeitsänderung stattfindet, erst weiter oben verlangsamt sich die Flüssigkeitsbewegung. Rinnen *g*, *h*, am oberen Ende des äusseren Trichters *a*, sammeln das gereinigte Wasser und führen es mittels einiger radialer Rinnen *i* in die Sammelräume *k*, *l*, und aus diesen in die Abfallrohre *m*, *n* fort. Der abgesetzte Stoff wird von der unten liegenden Kegelspitze nach Bedarf durch die mittels Hähnen abschliessbaren Rohre *f* nach aussen gedrückt und allenfalls durch Rinnen *p* in Abteilungen, rings um *a*, zum Absetzen gebracht, während das Wasser durch die Siebe *s* und unterhalb anschliessende Kanäle abfliessen kann.

Der in Bd. **301** S. 126 erwähnte Papierstoffwassersortierer von *Otto Schmidt* ist seither ebenfalls weiter ausgestaltet worden. *Schmidt* geht hauptsächlich darauf hinaus, die Abwässer in einem grösseren Gefäss auch unter Druck stehen zu lassen, wobei nach seinen Erfahrungen sich ölige und dergl. Bestandteile besonders gut abscheiden und nicht mehr in den Kreislauf zurückgeführt werden, wodurch Verschmieren der Filze hintangehalten wird. Doch erfordert dies immerhin eine kräftigere Pumpe, um die notwendige Druckhöhe herauszubringen.

Der Stoffang von *Warren Curtis* nach amerik. Patent

[9]) Vergl. D. p. J., 1896, **301**, 125.



599957 ist nicht besonders einfach, braucht viel Platz, hat aber sonst vieles für sich. Es wird hauptsächlich darauf gerechnet, dass ein genügend grosses Gefäss vorhanden ist, in welchem der Stoff ausreichend Zeit findet sich abzusetzen. In Fig. 95 u. 96 bedeutet d das Rohr, durch welches das Wasser herankommt. Ueber die Wand e gelangt es in den grossen Behälter a. Wände k und h, welche teilweise von oben nach abwärts, teilweise umgekehrt gerichtet sind, bieten Hindernisse für die Strömung und befördern das Absetzen der Fasern, so dass das Wasser gut gereinigt bei dem Ueberfall f in das Rohr g abströmen kann. Der Fangstoff wird durch Stäbe n, welche, durch Gliederketten o am Boden schleifend, in endlosem Bande über Rollen p bewegt werden, in Rinnen l geschoben, aus welchen die oben geschlitzten Rohre m mittels der Zweigrohre t t_1 und Hähnen u_1 der Fangstoff der Zentrifugalpumpe u zuströmt, die den Stoff entweder unmittelbar oder durch ein Zwischengefäss den Holländern übergibt. Damit die Ketten o kreisen können, haben die Wände h unten Kautschukschürzen i, welche Schlitze für die Gliederketten besitzen. Die Schlitze der Rohre m können durch Hakenstäbe s, welche durch Stopfbüchsen nach aussen gehen, offen gehalten werden. In jenen Fällen, wo der Platz für diese Einrichtung mangelt, schlägt *Warren Curtis* eine Abänderung nach amerik. Patent 632517 und D. R.-P. 105100 vor. Darnach wird statt des langen Behälters ein zylindrischer Bottich gewählt, von dessen Boden ein kreisender Abstreifer die abgesetzten Teile in Abfallrinnen schiebt.

Fig. 95.

Fig. 96.

Vieles haben jene Stoffänger für sich, welche nach Art der Rundsiebmaschinen die Fasern aus einem Bottich entnehmen, in welchen das Abwasser der Papiermaschine geleitet wird. Allerdings gelingt es dabei nicht immer die Abwässer vollständig zu reinigen, so dass eine Nachreinigung erforderlich wird. Aehnliches finden wir bei dem Stoffänger von *Robert Dietrich* in Merseburg nach D. R.-P. 124147. In Fig. 97 soll bereits vorsortiertes Wasser durch a zufliessen, die Wand b umströmen und an den sich drehenden Siebzylinder c gelangen. An diesen legen sich die Fasern, während das gereinigte Wasser durch den Trommelhals d abzieht. Die Fasern auf c werden durch die Gautschwalze e abgenommen und von dieser durch den Schaber f, sowie durch die anschliessende schiefe Ebene in die Stoffbütte zurückgeleitet.

Es ist dadurch wohl viel an Fasern wiederzugewinnen möglich. *Dietrich* gibt den Gewinn auf 10 v. H. an, aber unausweichlich gehen hier wie durch jedes andere Sieb auch Fasern verloren. Dem sucht *Albert Bergström* in Bosjön nach amerik. Patent 622439 dadurch vorzubeugen, dass er das Wasser, welches bei dem Eintauchen des Rundsiebes in das Stoffwasser zuerst durch die Maschen geht, gesondert auffängt und wieder an den Einlauf zurückführt. Später ist das Sieb bereits mit Fasern belegt, welche als Filterschicht wirken und somit auch feinste Teile zurückhalten.

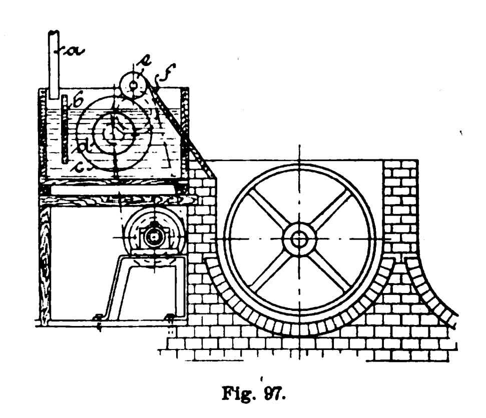


Fig. 97.

(Fortsetzung folgt.)

Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 601 d. Bd.)

Einen senkrecht in den Rahmen eingebauten Motor der *Adler-Fahrradwerke vormals H. Kleyer* in Frankfurt a. M. zeigt Fig. 41. Neben dem Akkumulator und dem Oelbehälter ist auch der Induktionsapparat in den Benzinbehälter, der durch ein wagerechtes Rohr unterstützt wird, verlegt. Hinter dem Steuerrohr befindet sich die Oelpumpe, sodass sie während der Fahrt benutzt werden kann. Auch hier ist zwischen Auspuffnocken und Ventilstange des Auspuffventils ein Ventilheber angeordnet, welcher beim Schieben, Anfahren usw., um die im Zylinder befindliche Kompression aufzuheben, durch ein Stängchen mit Handgriff das Ventil offen hält. Diese Anhebevorrichtung hat noch den Vorteil, geräuschlos an Fuhrwerken vorbeifahren zu können unter gleichzeitiger Herabminderung der Motorgeschwindigkeit, was dadurch geschieht, dass sich das Ansaugventil jetzt nicht mehr öffnen kann; dagegen gelangen durch das Auspuffventil immer wieder verbrannte Gase in das Zylinder-Innere. Auch bei sonstigen Anlässen, wo die Fahrgeschwindigkeit herabgesetzt werden muss, ist das Anheben des Auspuffventils von Vorteil, da bei einfachem Anziehen des erwähnten Stängchens die Motorgeschwindigkeit vermindert wird, ohne die Zündung oder die Drosselung oder beide betätigen zu müssen. Der Auspufftopf ist nach vorn verlegt, jedoch so konstruiert, dass nicht nur das Geräusch bei normalem Betrieb vermindert, sondern auch der Fahrer in keiner Weise von den abziehenden Gasen belästigt wird.

Der Motor entwickelt 2 PS und gibt dem Fahrzeug auf ebener Bahn eine Geschwindigkeit bis zu etwa 50 km in der Stunde. Der Akkumulator reicht für eine Fahrt von 2—3000 km aus, und kann an jeder Ladestation leicht geladen werden. Zum Antrieb dient ein Riemen, der während der Fahrt durch eine Rolle mittels einer links am oberen Rahmenrohr geführten Stange gespannt wird. Ferner ist selbsttätige Auslösung des Kontaktes vorgesehen. Bei leichtem Anziehen der Vorderradbremse wird die Zündung unterbrochen, und die Fahrgeschwindigkeit, ohne das Gemisch zu verändern oder das Auspuffventil anzuheben, für kurze Zeit verringert.

Bei dem Zweisitzer der *Brennabor-Fahrradwerke* von *Gebr. Reichstein* in Brandenburg a. H. (Fig. 42) ist die Trockenbatterie hinter den ersten, und der Induktionsapparat

samt der Oelpumpe hinter den zweiten Sattel verlegt. Der am oberen Rahmenrohr gelagerte Behälter ist also nur für Benzin

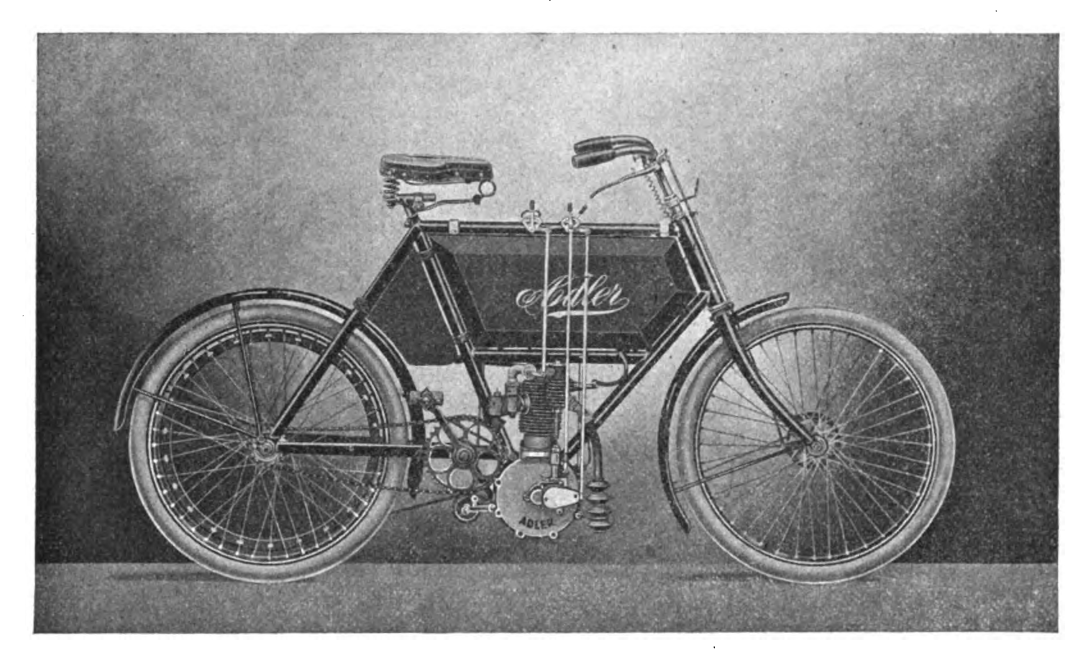


Fig. 41. Motorzweirad der Adler-Fahrradwerke vorm. Kleyer.

und Oel bestimmt. Die Handhabung und Führung der Maschine erfolgt lediglich von dem hinteren Sitz aus. Die

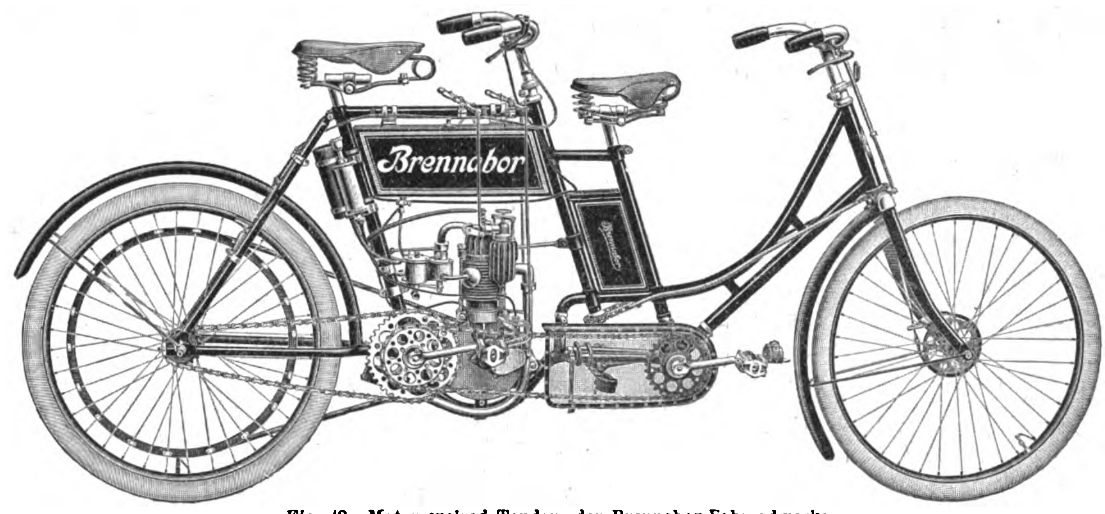


Fig. 42. Motorzweirad Tandem der Brennabor-Fahrradwerke.

Bauart des Motors und seiner Zubehörteile ist die gleiche wie beim Neckarsulmer Fahrzeug. Beide Motorräder werden auch statt der Riemenschnur mit Riemen und Spannrolle ausgeführt.

Das Motorzweirad der *Fabrique Nationale* in Herstal-Lüttich (Belgien), welches *E. Glombitza* in Berlin in den Handel bringt, zeichnet sich durch die eigenartige Lagerung des Motors im Rahmen aus. Wie Fig. 43 zeigt, ist der Motor von einer geschmiedeten Gabel umgeben, durch welche er beim Stürzen u. s. w. vor Schaden geschützt ist. Einen weiteren Vorteil bietet diese Gabel dadurch, dass sie wesentlich zur Verstärkung des Rahmens beiträgt.

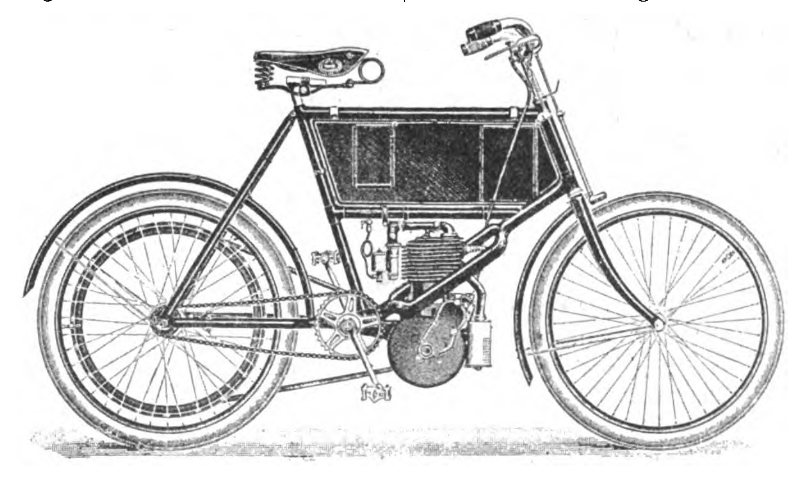


Fig. 43. Motorzweirad der Fabrique Nationale.

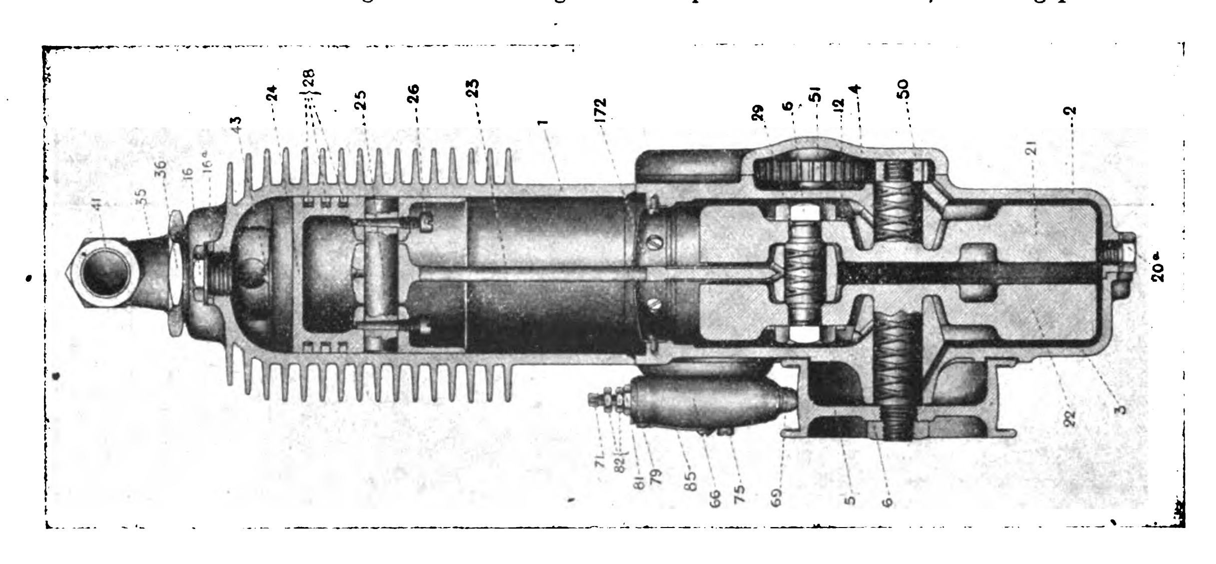
Ausgerüstet ist dieses Fahrzeug mit einem 2 PS F. N.-Motor (Fig. 44) mit 60 mm Bohrung, 70 mm Hub bei 1800 Umdrehungen in der Minute; das Gesamtgewicht beträgt 50 kg. Von den sonst gebräuchlichen zeichnet sich dieser Motor dadurch aus, dass zwischen dem Zahnrad *50* der Kurbelachse und dem Steuerungszahnrade *52* noch ein Zwischenrad *51* eingeschaltet ist. Hierdurch wird es, wie Fig. 45 bei einem Motorzweirad der *Wanderer-Fahrradwerke vorm. Winkelhofer & Jänicke A.-G.* in Schönau bei Chemnitz erkennen lässt, möglich, den Nocken *53* zur Betätigung des Auspuffventils *43* vorn über dem Kurbelgehäuse anzuordnen, also ungefähr in der Ebene der Pleuelstange, wodurch das Auspuffventil und der Explosionsraum nicht wie sonst (s. Fig. 46) besonderen Raum in der Breite des Motors beansprucht. Der ganze Motor nimmt also wenig Raum in der Breite ein, was zu Gunsten eines „schmalen Tritts“ ausgenutzt werden kann. Ausserdem ist durch diese Lage des

Explosionsraumes eine Ueberhitzung des Motors dadurch ausgeschlossen, dass letzterer dem beim Fahren entstehenden Luftzug am meisten ausgesetzt ist.

Das **F. N.**-Motorzweirad zeichnet sich auch noch dadurch aus, dass ein Hebel, der an der linken Seite der Lenkstange oder am oberen Rahmenrohr angebracht wird, gleichzeitig das Auspuffventil anhebt und den Kontakt unterbricht. Hierdurch braucht die elektrische Leitung nicht zur beweglichen Lenkstange geführt zu werden. Der Benzinbehälter fasst etwa 6 Liter, womit eine Strecke von über 250 km zurückgelegt werden kann. In diesem Behälter sind in getrennten Abteilungen ebenfalls der für 1500 km ausreichende Akkumulator, sowie die Induktionsspule untergebracht.

Der Vergaser arbeitet insofern selbsttätig, als keine besondere Luftregulierung von Hand erforderlich ist, d. h. beim Antreten nicht erst die beste Stellung des Lufthebels gesucht zu werden braucht.

Der Stromunterbrecher (Trembleur) befindet sich gegen



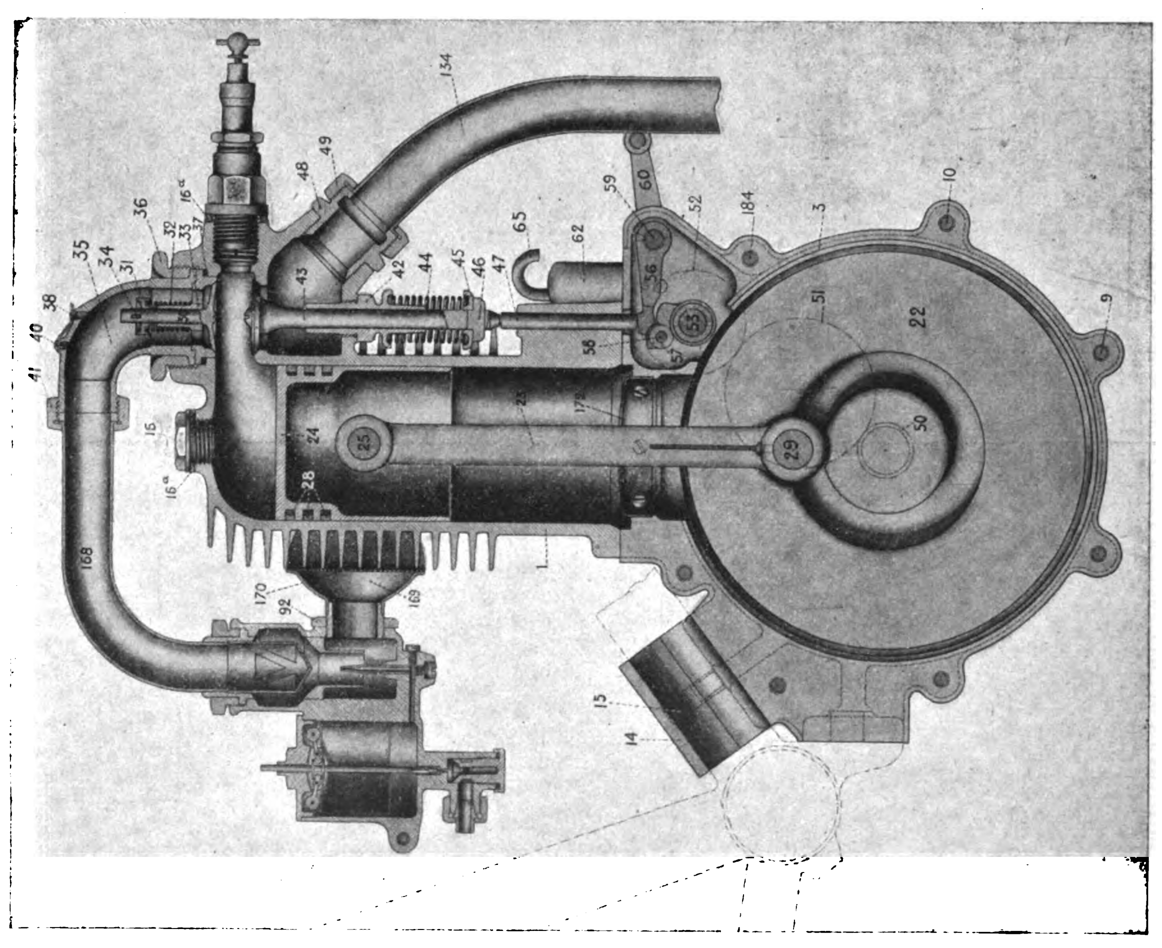


Fig. 44. F. N.-Motor zum Motorzweirad der Fabrique Nationale.

Staub, Nässe und Oel geschützt in einem Gehäuse *66* mit Bajonettverschluss (D. R.-G.-M. No. 190 603), mittels welchem er leicht abnehmbar am Motor befestigt ist.

In diesem Gehäuse stützt sich der um den Zapfen *u* (Fig. 47) drehbare, den einen Kontakt *j* tragende Ring *p* gegen die Gabel *m* des in den Kopf *h* hineinreichenden Zapfens *n*, der unter dem Einfluss der Feder *w* steht. Dieser Zapfen ist stets bestrebt, den Ring *p* so zu stellen, dass der Kontakt *j* in Berührung mit dem anderen Kontakt *s* treten kann, welcher auf dem Ende der Stellschraube *i*, die entsprechend isoliert ist, sitzt. In den Ring *p* reicht die mit der Rolle *r* des Ringes zusammenwirkende Nockenscheibe *b*, die auf der durch das Getriebe der Motorachse angetriebenen Achse *c* sitzt. Die Wirkung ist folgende:

Bei der in Fig. 47 gezeichneten Stellung sind beide Kontakte *j* und *s* in Berührung, da der Ausschnitt der Nockenscheibe *b* vor der Rolle *r* liegt. Bei weiterer Drehung dieser Scheibe in der einen oder anderen Richtung drückt

ihre Umfangsfläche gegen die Rolle *r*, sodass der den Kontakt *j* tragende Ring *p* unter Zusammendrücken der Feder *w*

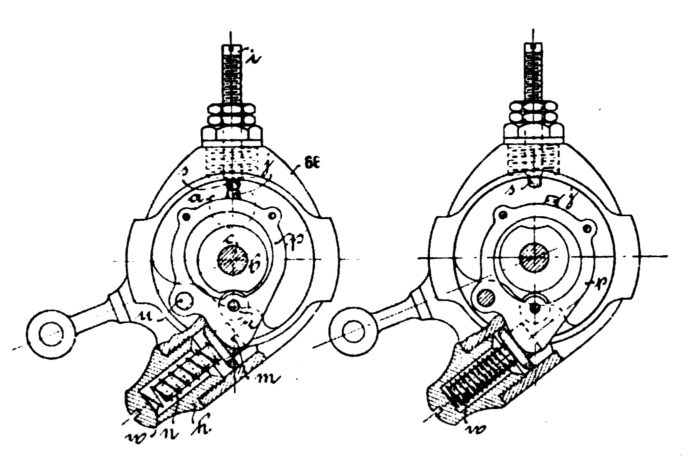


Fig. 47. Fig. 48.
Zündungsregulierung zum Motorzweirad der Fabrique Nationale.

ausschwingt, uud der Kontakt *j* in die Stellung Fig. 48 gelangt (also von dem Kontakt *s* abgehoben wird). Die beiden Kontakte bleiben nun solange ausser Berührung, bis der Ausschnitt der Nockenscheibe *b* wieder vor die Rolle *r* zu liegen kommt, und der gegabelte Zapfen *n* unter dem Einflusse der gespannten Feder *w* den Ring *p* zurückdrückt.

Um die Stellung der Kontakte zu beobachten, und erforderlichenfalls den Kontakt *s* mittels der Stellschraube *i* in die richtige Lage einstellen zu können, ist im Gehäusedeckel eine verschliessbare Oeffnung *a* vorgesehen.

Das Fahrzeug kann auf guten Strassen bis über 50 km in der Stunde gesteigert werden, wobei der Benzinverbrauch für 40 bis 45 km 1 Liter beträgt. Demnach stellen sich die Betriebskosten für 100 km auf etwa 70 Pfennige.

Die *Express - Fahrradwerke A.-G.* in Neumarkt bei Nürnberg ordnen hinter einer Türe des Benzinbehälters zwei längliche, durch Marienglas verschlossene Schlitze an, um stets den Oel- bezw. Benzinvorrat kontrollieren zu können. An dem einen Schlitz befindet sich eine Skala, welche die für jede Oelung nötige Menge mittels eines Schwimmers anzeigt.

Das Oel befindet sich unter Luftdruck, wodurch es dem Motor schnell zugeführt wird. Sämtliche Drahtleitungen sind verdeckt angeordnet, und doch leicht zugänglich, ebenso der Akkumulator und der Induktionsapparat. Zur stetigen Prüfung der noch vorhandenen Strommenge ist innerhalb des Behälters eine Normal-Glühlampe angeordnet, die durch einen Druckknopf eingeschaltet werden kann.

Der Antrieb geschieht mittels Riemen und Spannrolle, welche durch einen am Benzinbehälter einstellbaren Hebel angedrückt wird.

Durch diese Anordnung kommt das Antreten des Fahrzeuges in Fortfall, da der Motor bei gespanntem Riemen durch kurzes Anschieben des Rades in Gang gesetzt wird. Sobald Zündung erfolgt, wird die Spannrolle gelöst, sodass der Motor leer läuft. Zum Abfahren braucht dann nur der Riemen wieder gespannt zu werden. Das Auspuffventil, sowie das Ventil zur Regulierung des Gasgemisches werden durch einen gemeinsamen Hebel betätigt.

Die Ein- und Ausschaltung der Zündung geschieht mittels des Bremshebels. Der Motor entwickelt $1^3/_4$ PS, die Fahrgeschwindigkeit beträgt 40—45 km in der Stunde.

Die Presto-Werke Günther & Co. Kommandit-Gesellschaft in Leipzig verbinden die Riemenscheibe, um den Motor unabhängig vom Fahrzeug laufen lassen zu können, mittels Friktionskupplung mit der Motorachse. Die Betätigung der Kupplung erfolgt durch einen, am oberen Rahmenrohr gelagerten, einstellbaren Hebel.

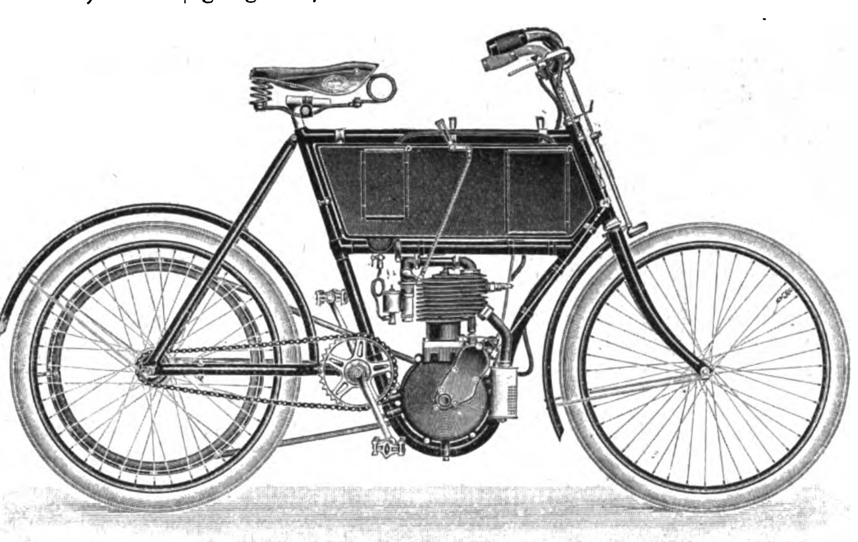


Fig. 45.
Motorzweirad der Wanderer-Fahrradwerke A.-G.

Th. Schild & Co. in Madretsch-Biel (Schweiz) baut den $1^3/_4$ PS-Motor schräg in den Rahmen ein, sodass er mit dem Benzinbehälter fast den ganzen Rahmen ausfüllt (Fig. 49). Der Vergaser ist vorn in den Benzinbehälter eingebaut,

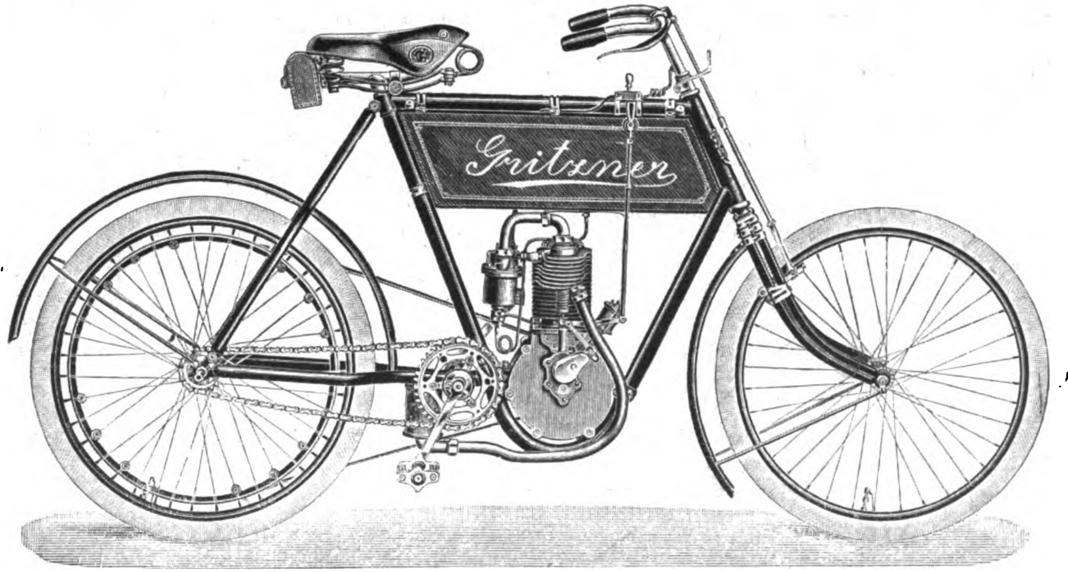


Fig. 46. Motorzweirad von Gritzner.



sodass die Vergasung durch die Stösse des Fahrzeuges in keiner Weise beeinflusst wird. Vor dem Benzinbehälter ist der $^{2}/_{5}$ l haltende Oelbehälter aufgehängt. Der Akkumulator ist an der Hinterradgabel, und der Induktionsapparat am Sattelstützrohr angebracht. Der Antriebsriemen wird mittels Rolle gespannt, und zwar vom Sitz aus mittels eines am

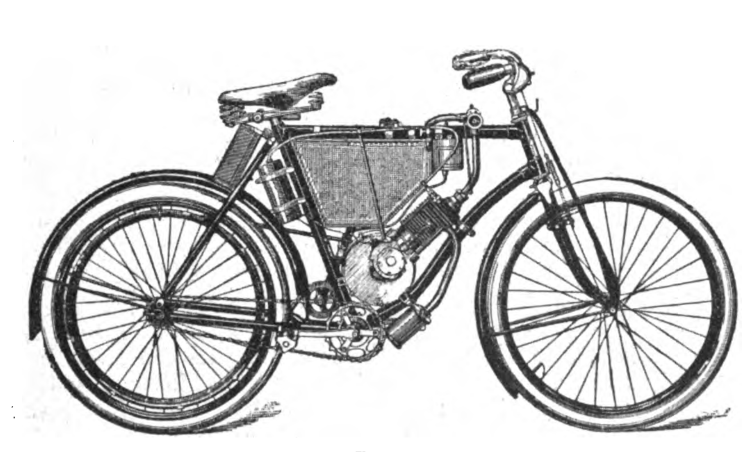


Fig. 49.
Motorzweirad von Schild & Co.

Motor drehbar gelagerten Hebels (Fig. 49 und 50). Die Steuerung der Zündung und des Auspuffventils zeigt Fig. 51.

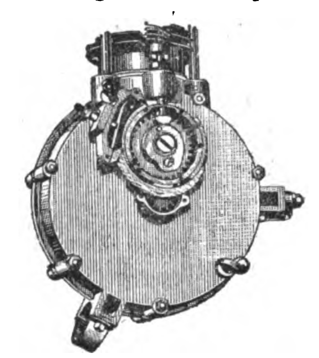


Fig. 51. Zündungs- und Auspuffventilsteuerung zum Motorzweirad von Schild & Co.

Oberflächen-Vergasers in Anwendung, der die Hauptvorteile beider Systeme in sich vereinigt. Derselbe hat sich seit

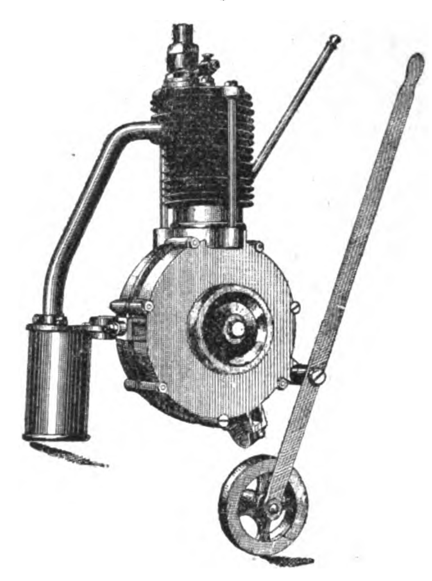


Fig. 50.
Spannrolle mit Hebel zum Motorzweirad von Schild & Co.

2 Jahren als zuverlässig arbeitend bewährt; ein Versagen, wie es bei den eigentlichen Spritz-Vergasern durch die gegebenen kleinen Abmessungen, Leitungsröhrchen, Düsen usw. leicht vorkommen kann, ist durch die grossen Abmessungen dieses Systems, sowie durch das Fehlen der heiklen Röhrchen oder Einzelteile ausgeschlossen. Wie Fig. 52 zeigt, ist der Vergaser in den das Benzin sowie die Oelpumpe aufnehmenden Behälter eingebaut. In dem vorderen Teil des Behälters befindet sich der etwa 7 Liter fassende Benzinraum, an den sich der Vergaser anschliesst. Letzterer ist mit einer Ansaugvorrichtung für warme Luft versehen, wodurch ein sicheres Funktionieren auch bei Frostwetter gewährleistet wird. Zur selbsttätigen Regulierung des Benzinzuflusses zum Vergaser, ist das Ventil 2 vorgesehen, welches jedoch nur während der Fahrt geöffnet sein darf, damit der Benzinstand im Vergaser unverändert bleibt. Falls nun durch Zufall doch zu viel Benzin eingetreten ist, so kann dasselbe mittels Hahnes 3 abgelassen werden. Den hinteren Teil

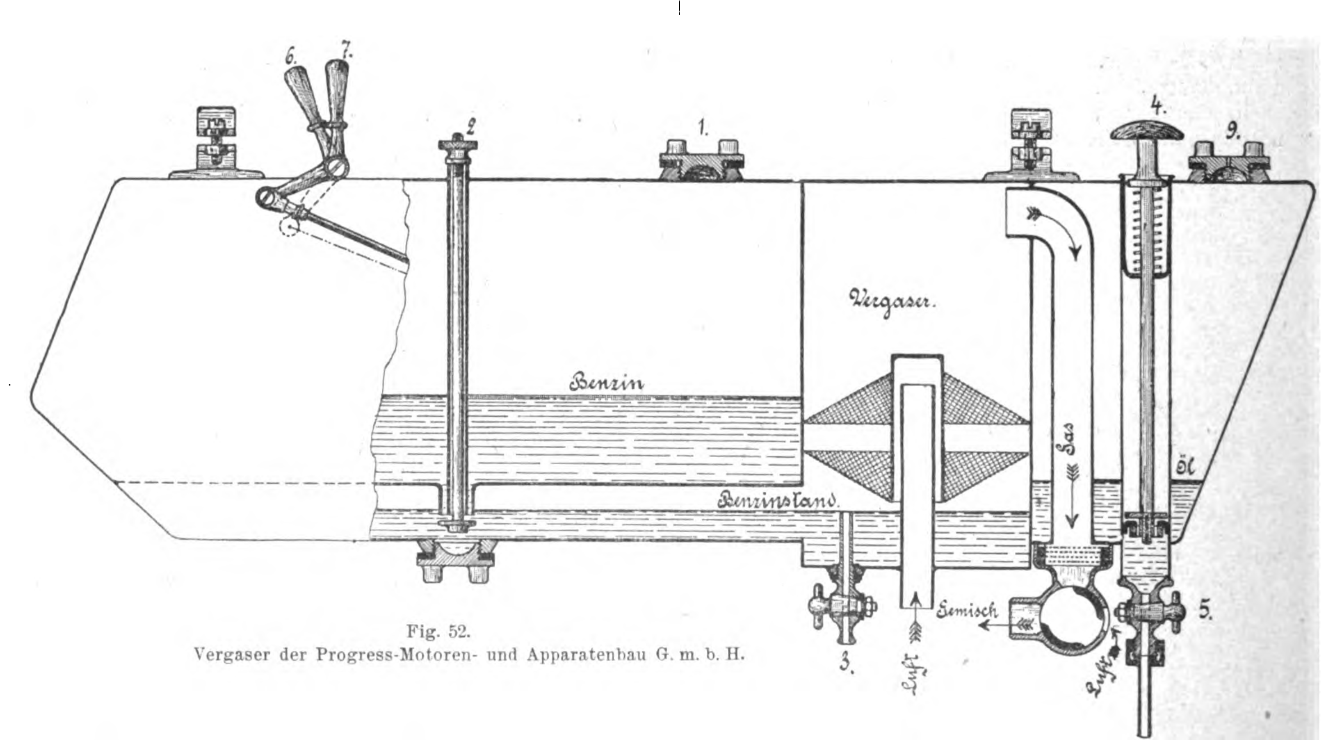


Fig. 52.
Vergaser der Progress-Motoren- und Apparatenbau G. m. b. H.

Die *Progress - Motoren- und Apparatenbau G. m. b. H.* in Charlottenburg bringt eine Vereinigung des Spritz- und des Behälters bildet der Oelraum mit darin angeordneter Pumpe 4.

(Fortsetzung folgt.)



Kleinere Mitteilungen.

Herstellung dichter Güsse mittels Thermit.

Thermit, im wesentlichen ein Gemisch aus fein verteiltem Aluminium und Metalloxyden (s. D. p. J. 1902, **318**, 672), verbrennt bekanntlich unter Entwicklung einer hohen Reaktionswärme, wobei das Metall, dessen Sauerstoffverbindung mit dem Aluminium gemischt war, ausgeschieden wird, während das Aluminium zu Aluminiumoxyd verbrennt, das im geschmolzenen Zustande als Corund abgeschieden wird. Die Verbrennung erfolgt, ohne dass Zuführung von Gasen erforderlich ist und ohne dass gasförmige Produkte bei der Reaktion entstehen. Wie wir dem Vortrage von *W. Mathesius*, gehalten in der Eisenhütte Düsseldorf, entnehmen [1]), sind es besonders die beiden letztgenannten Eigenschaften, welche die Verwendung des Thermit zur Herstellung dichter, d. h. poren- und lunkerfreier Güsse aus grauem Eisen und Stahl ermöglichen. Die Wirkung des Thermit auf das zu giessende Metall, das Metallbad, ist eine dreifache: Das aus dem Thermit beim Verbrennen ausgeschiedene Metall wird bei der Entstehung dem Bade zulegiert, dem Bade wird durch die Reaktionswärme Hitze zugeführt und bei geeigneter Anwendung findet heftiges Durchmischen des Bades statt.

Die Anwendung besteht allgemein darin, dass das Thermit in einer Blechbüchse unter der Oberfläche des Metallbades zum Verbrennen gebracht wird. Beim Grauguss geschieht dies in der Weise, dass die durchbohrte Blechbüchse mit dem Thermit zentrisch auf eine trockene, rostfreie Eisenstange geschoben, an deren Ende mit Draht befestigt und dann, gut handwarm vorgewärmt, in das in der Giesspfanne stehende flüssige Metall bis auf den Boden der Pfanne schnell eingeführt und hier ruhig gehalten wird, bis die Reaktion nach 1—$1^1/_2$ Minuten beendet ist. Das hierbei auftretende kräftige Aufwallen des Bades bewirkt inniges Mischen. Die Folgen äussern sich schon beim Giessen in dem helleren Aussehen des Strahles und an dem erkalteten Guss in feinkörnigerem, vollkommen dichten Gefüge und hervorragender Polituffähigkeit, eine Folge der äusserst feinen Verteilung des Graphites. Die Wärmezufuhr überwiegt bei hinreichend grossem Pfanneninhalt den Wärmeverlust durch Strahlung. Hierdurch und durch die Reduktion der in dem Bade gelösten Oxydule wird das Eisen dünnflüssiger. Ferner erweist es sich nach der Reaktion als vollkommen gasfrei; es spratzt nicht mehr.

Das für Grauguss zu verwendende Thermit ist *Titan-Thermit*, welches neben Eisenoxyd noch Titanoxyd enthält. Das Titan vermag bei der Wärme des flüssigen Gusseisens Stickstoff zu binden. Diese Eigenschaft nimmt das Gusseisen mit geringem Titangehalt an; das flüssige Gusseisen ist hierdurch imstande, die beim Giessen im Oberkasten sich ansammelnde Luft unschädlich zu machen, indem es den Luftstickstoff als Cyantitan bindet und das vom Sauerstoff gebildete Eisenoxydul löst. Eine nochmalige Reaktion zwischen dem Eisenoxydul und dem im Gusseisen gelösten Kohlenstoff tritt wegen der erniedrigten Wärme des Bades nicht ein. Der Guss wird vielmehr vollkommen porenfrei. Die Festigkeit des Eisens wird durch die Behandlung mit Thermit an sich nur wenig erhöht. Letztere ermöglicht aber die Erzeugung von hartem oder weichem Guss dadurch, dass man dem Guss Ferromangan oder Ferrosilicium zusetzen kann. Diese Zusätze werden vor dem Einlaufen des Eisens kleingeschlagen in die Pfanne gebracht. Das heisse Eisen löst sie leicht und durch die Titanthermit-Reaktion werden sie gleichmässig im Bade verteilt.

Die Menge des anzuwendenden Titanthermits ist auf $^1/_4$—$^1/_8$ v. H. des Eisenbades festgestellt. Die hierdurch veranlasste Preiserhöhung beträgt 3—6 M. für 1000 kg.

Für die Stahlformgiesserei empfiehlt *Mathesius* die Anwendung von Thermit, um zu verhüten, dass sich unterhalb der Steigetrichter Lunker bilden. Sie entstehen in der Regel dadurch, dass der in die Steigetrichter aufsteigende Stahl auf dem Wege bis dahin bereits einen Teil seiner Wärme an die Formwandungen abgegeben hat und nun selbst in weiten Trichtern häufig schneller erstarrt, als der Stahl im Innern des Gusstückes. Um nun dieses vorzeitige Erstarren zu verhindern und so zu ermöglichen, dass bis zum Erstarren des Gusstückes Stahl durch den Trichter nachfliessen kann, wird vor dem Guss eine ringförmige Büchse mit Thermit in die Steigetrichter eingebaut. Der durch die Büchse aufsteigende heisse Stahl füllt den Trichter, entzündet aber hierbei das Thermit. Durch die Verbrennungswärme des letzteren wird der Trichterinhalt hinreichend erhitzt, sodass genügend Material in die Form nachfliessen kann und diese voll ausgefüllt wird. Der Lunker findet sich dann im oberen Teil des Trichters.

Gleich günstig soll der Einbau von Thermit in die Steigetrichter wirken beim Giessen langgestreckter, dünnwandiger Gusstücke. Der Stahl wird dann von den Verbrennungsstellen des Thermites aus von neuem so weit erhitzt und dünnflüssig, dass er imstande ist, die Form voll auszufüllen.

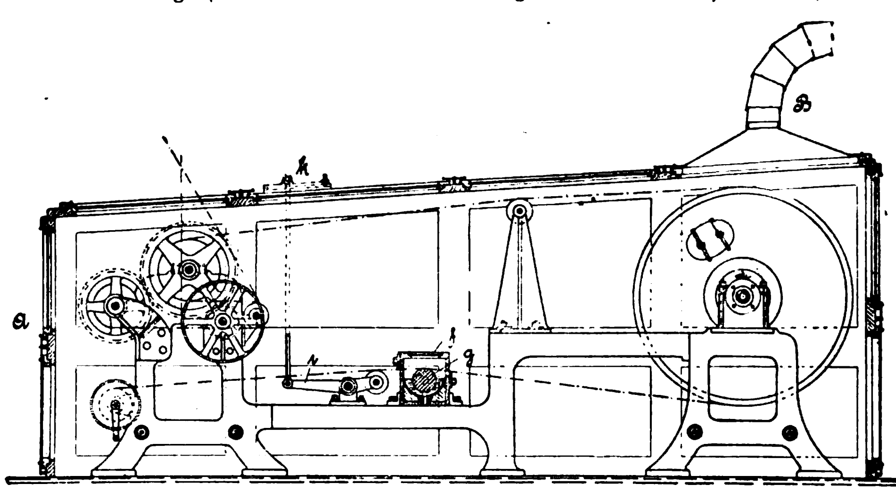
Das zu diesen Zwecken verwendete Thermit hat eine besondere Zusammensetzung und ist mit „Lunker-Thermit" benannt.

[1]) Stahl und Eisen 1903, S. 925.

Frankenbergs Schutzapparat zum Kaltvulkanisieren.

Der Schutzapparat zum Kaltvulkanisieren von Gummiwaren von *Eduard Frankenberg*, Hannover, ist dem Bedürfnis entsprungen, den Bestimmungen des § 5 der Bundesratsverordnung vom 1. März 1902 nachzukommen. Dieser § schreibt vor, dass die zum Vulkanisieren langer Stoffbahnen dienenden Maschinen, um den Austritt von Schwefelkohlenstoffdämpfen zu verhindern, mit einer Ummantelung überdeckt sein müssen, aus welcher die Luft durch einen Ventilator kräftig abzusaugen ist.

Die Hindernisse, welche sich der Befolgung dieser Vorschrift entgegenstellen und welche hauptsächlich darin bestehen, dass infolge der kräftigen Ventilation der leichtflüchtige Schwefelkohlenstoff schnell verdampft und der Prozentgehalt an Chlorschwefel schnell zunimmt, infolgedessen die Stoffbahn beim Vulkanisieren leicht verbrannt wird, führte dazu, diese Vorschrift durch Anwendung von Benzin oder anderen Kohlenwasserstoffen zu umgehen. Da indessen letztere den Schwefelkohlenstoff nicht vollwertig ersetzen können und ausserdem ebenfalls in gesundheitsschädigender Weise auf den Organismus wirken, so sucht der Erfinder dem Uebelstande der zu schnellen Verdampfung dadurch zu begegnen, dass er den die Vulkanisierflüssigkeit enthaltenden Trog abschliesst, so weit dies die Notwendigkeit, die Stoffbahn ein- und auszuführen, zulässt. Zu diesem Zwecke wird der Trog mit einem Deckel *f* versehen, welcher



nur zwei enge, die Stoffbahn hindurchlassende Längsschlitze enthält. Zur Absaugung der beim Austritt des Stoffes von der anhaftenden Flüssigkeit erzeugten Dämpfe dient ein abgeschlossenes Gehäuse *A*, welches sowohl den Vulkanisiertrog als auch die ganze Stoffbahn nebst Trockentrommel umschliesst und mit einem Ventilator verbunden ist. Das Abzugsrohr *B* ist direkt über der Trockentrommel angebracht, also da, wo naturgemäss die grösste Verdunstung stattfindet und stattfinden darf. Das Gehäuse besteht aus leicht abnehmbaren Rahmen, welche abwechselnd mit Glasscheiben und mit Webstoff bekleidet sind, erstere, um den Prozess jeder Zeit beobachten zu können, letztere um zu verhindern, dass sich explosibles Gemisch von Schwefelkohlenstoffdampf und Luft bilden kann, indem durch den Webstoff Luft in reichlicher Menge angesogen wird. Ein Zug von nur 5 mm Wassersäule im Rohr soll bereits genügen, um die Dämpfe vollständig abzusaugen.

Wie man sieht, ist durch den Abschluss des Vulkanisiertroges die Verdampfung der Vulkanisierflüssigkeit auf ein Geringes reduziert, da sich über ihrer Oberfläche stets gesättigter Schwefelkohlenstoffdampf befinden wird, während die bei dem Prozess des Trocknens entstehenden Dämpfe rasch abgesogen werden, ohne dass durch diese Saugwirkung die eigentliche Vulkanisierflüssigkeit alteriert wird, weshalb die Angabe, dass hierbei 40 v. H. Schwefelkohlenstoff, gegenüber dem bisherigen Verfahren, erspart werden, durchaus glaubhaft erscheinen muss. *Dr. K.*

Künstlicher Zug durch Winddruck.

Eine recht erhebliche Anzahl von industriellen Feuerungen kann einen stärkeren Luftzug, als ihn Schornsteine zu liefern vermögen, nicht entbehren, wenn sie den an sie gestellten Anforderungen genügen soll. Die Praxis bedient sich zweier Mittel, die einen höheren Luftzug durch die Feuerung bewirken, entweder man drückt mit Hilfe von Dampfstrahlen oder Ventilatoren Luft unter den Rost, oder aber man saugt die Verbrennungsprodukte mit Hilfe ähnlicher Mittel ab und befördert so ein rascheres Nachströmen der Luft in den Verbrennungsraum. Beide Wege, die so nach den besonderen Umständen angewandt werden, haben das gemeinsam, dass ein Teil des durch den lebhafteren Luftzug im Kessel mehr erzeugten Dampfes dazu verwendet werden muss, eben diesen Luftzug herbeizuführen, sodass nur ein Teil des mehr erzeugten Dampfes einen wirklichen Gewinn darstellt. Immerhin sind trotzdem diese Verfahren zur Erhöhung des Luftzuges sehr rationell, da der dazu verwandte Dampf bei weitem durch viel bessere und vollständigere Verbrennung des Brennmaterials auf dem Roste aufgewogen wird. —

Ueber ein Verfahren, welches denselben Zweck verfolgt und erreicht, ohne aber einen Teil des mehrerzeugten Dampfes für sich in Anspruch zu nehmen, finden sich Angaben in „*Glasers* Annalen für Gewerbe und Bauwesen No. 600 und No. 616“ Es ist dies das besonders in Holland eingeführte „System *Voet*“, welches sich den Winddruck nutzbar macht. Das Verfahren ist eben so sinnreich wie einfach. Der unter dem Rost befindliche Raum ist gegen das Kesselhaus hermetisch abgeschlossen und steht mit einer oder mehreren Röhren, die das Dach des Heizraumes senkrecht durchbrechen, in Verbindung. Die Röhren sind oben mit leicht drehbaren Kappen versehen, deren senkrechte, kreisförmige Oeffnungen sich mittels langer Schwänze in die Richtung des Windes einstellen. Durch diese Oeffnungen wird die Verbrennungsluft durch den Druck des Windes unter den Rost geführt. In den Röhren sind Klappen angebracht, die eine bequeme Regelung des Luftdruckes unter dem Roste gestatten. — Versuche die von der Werft *Conrad* in Haarlem mit einigen kleinen Dampfern, die mit System *Voet* versehen wurden, ausgeführt sind, ergaben recht erhebliche Ersparnisse an Brennmaterial, die sich im Mittel auf 23 v. H. beliefen und denen nur die geringen Anlagekosten gegenüberstehen.

Besonders lehrreich sind indessen offizielle Heizversuche der Niederländischen Elektrischen Trambahngesellschaft in Haarlem.

Zu den Versuchen wurden zwei *Lancashire*kessel von je 60 qm Heizfläche und 2,15 qm Rostfläche verwandt mit 10,25 Atm. Dampfdruck. Beide Kessel erhielten ein gemeinschaftliches Luftzuführungsrohr von 0,75 m lichter Weite, welches vor ihrer Frontmauer angebracht, senkrecht nach oben durch das Dach des Kesselhauses geführt und mit einem Windfang versehen wurde. Die beiden Aschengruben eines jeden Kessels sind durch eiserne Kästen mit einander verbunden, in die das Luftzufuhrrohr mündet. Die Kästen sind so angebracht, dass sie sich bequem entfernen lassen und den Ablasshahn ebenso wie das Mannloch freilassen. In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse niedergelegt, die bei einigen Heizversuchen erhalten wurden, bei denen sowohl mit, als als auch ohne System *Voet* gearbeitet wurde.

Im Betrieb Kessel I und Kessel II

No. des Versuchs	Versuchs-Art	Dauer des Versuchs in Std.	Dampfspannung in Atm.	Temperatur °C.		Kohlenverbrauch in kg		Gesamt-kilowatt	Wasserverdampfung in Liter		Ersparnisse in v. H.		Windgeschwindigkeit m/Sek. nach Angabe des Kgl. meteorologischen Instituts Amsterdam
				Rauchkammer	Speisewasser	im Ganzen	f.d.Kilowatt		im Ganzen	f. d. kg Kohle	nach Kilowatts	Wasserverdampf.	
I	Mit System *Voet*	10	10,2 bis 9,5	180 bis 215	53 bis 65	1910	1,83	1039	16 370	8,56	15,7	15,7	Abwechselnd 1—4 m/Sek. Normales Mittel 5—10 m/Sek.
II	Ohne System *Voet*	10	10,0 bis 9,6	215 bis 250	53 bis 68	2200	2,17	1013	15 880	7,21	—	—	Abwechselnd 2—5,5 m/Sek. Normales Mittel 5—10 m/Sek.

Trotz des sehr schwachen Windes während der Dauer des Versuches ist die Ersparnis an Brennmaterial erheblich. Die in der folgenden Tabelle gegebenen Versuche, die bei normalem Winde ausgeführt wurden, zeigen indessen, dass sich noch grössere Ersparnisse erzielen lassen.

	I Versuch ohne System *Voet*	II Versuch mit System *Voet*
Versuchsdauer	10 Std.	10 Std.
Anzahl der Kessel	2	2
Dampfspannung im Mittel	10 Atm.	10 Atm.
Kohlenverbrauch	1752 kg	1450 kg
kg Kohlen für 1 Kilowatt	2,29	1,82
Kohlenersparnis	—	20,59 v. H.

Dr. Hgr.

Bücherschau.

Die Luftschiffahrt der Gegenwart. Von Hauptmann *Hoernes*. Mit einer Tafel und 161 Abbildungen. Leipzig, 1903. A. Hartleben, Wien, Pest.

Es kann derzeit wohl kaum ein aktuelleres Buch geben als ein solches, welches sich mit den gesamten Errungenschaften der Luftschiffahrt und Flugtechnik so umfassend und eingehend, — man könnte sagen „liebevoll“ — beschäftigt, wie das vorliegende. Dasselbe wird in den *weitesten* Kreisen willkommen sein, schon deshalb, weil es den Gegenstand, für den sozusagen alle Welt regen Anteil nimmt, in einer allgemein verständlichen, klaren und belehrenden Weise darlegt, ohne von seinen Lesern eine ernstere Spezialvorbildung zu beanspruchen.

Nach einer den hilfswissenschaftlichen Teil behandelnden Einführung bespricht der Verfasser den geschichtlichen Entwicklungsgang und die bis auf heute reichenden Erfolge der Kugelballonfahrten, dann das Gebiet des Ballonsports und jenes der meteorologischen Luftfahrten. Weitere Kapitel behandeln die Frage der Lenkbarkeit des Luftballons, dann die Drachen, den Kunstflug und endlich die Flugmaschinen. Als wertvoller Abschluss sind dem Buche für die höher vorgebildeten Leser eine Zusammenstellung der wichtigsten, für die Lenkbarkeit des Ballons und hinsichtlich der Drachen bisher aufgestellten Formeln beigegeben, sowie ein Ausweis über die gesamten, einschlägigen Fachzeitschriften der Welt. Der Verfasser, bekannt als hervorragender, theoretischer und praktischer Aeronaut, der sich bereits durch seine Schrift „*Lenkbare Ballons, Rückblicke und Aussichten*“ auch als Fachschriftsteller einen trefflichen Namen gemacht hat, darf für das vorliegende Buch, welches sich überdem durch einen reichen Bilderschatz und zweckmässige, hübsche Ausstattung auszeichnet, neuerlich beglückwünscht werden, denn das Druckwerk verdient in der Tat Jedermann bestens empfohlen zu werden, dem die Frage der Schiffbarmachung des Luftozeanes oder die engere Flugtechnik irgendwie von Interesse ist.

L. K.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS

POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 40. **Berlin, 3. Oktober 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2198), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Charlottenburg, Technische Hochschule, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung in Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Ueber Resonanzschwierigkeiten bei der drahtlosen Telegraphie.

Von Dr. **A. Koepsel.**

Die Tatsache, dass bisher in der drahtlosen Telegraphie inbezug auf Abstimmung wenig oder nichts geleistet worden ist, legt die Vermutung nahe, dass hier prinzipielle Schwierigkeiten bestehen, die von der Technik bisher teils nicht bemeistert werden konnten, teils wohl auch in ihrem ganzen Umfange noch nicht erkannt worden sind.

Einen sehr bemerkenswerten Beitrag zu dieser Frage hat Herr Professor *Max Wien* in seiner Abhandlung: „Ueber die Verwendung der Resonanz bei der drahtlosen Telegraphie" Ann. d. Phys. Bd. 8, S. 686 ff. (1902) geliefert. Herr *Wien* sagt: „Die Dämpfung durch die Funkenstrecke ist leider noch wenig untersucht. *Bjerknes* gibt an, dass er für einen 7 mm langen Funken einen Widerstand von 11 Ohm aus Resonanzversuchen gefunden habe, während *Braun* den Funkenwiderstand auf höchstens einige Zehntel Ohm schätzt". „Es ist möglich, dass je nach der übergehenden Elektrizitätsmenge der Widerstand grösser oder kleiner ausfällt. Dafür spricht, dass bei Einschaltung grosser Kapazitäten, also bei grossen Elektrizitätsmengen, stets verhältnismässig geringe Dämpfung durch den Funken beobachtet wurde".

Ich möchte an diese letzten Worte anknüpfend hier auf eine Voraussetzung hinweisen, welche bisher bei der Behandlung des geschlossenen Schwingungskreises immer stillschweigend gemacht wurde und welche darin besteht, dass der in Betracht kommende Ohmsche Widerstand, also hauptsächlich der Widerstand der Funkenstrecke, als so klein betrachtet wurde, dass der Ausdruck $\frac{r^2}{4L^2}$ gegen $\frac{1}{LC}$ verschwindend klein ist. Nimmt man den Widerstand der Funkenstrecke von der Grössenordnung eines Ohm an, so wird bei den in der drahtlosen Telegraphie üblichen Grössenordnungen der Kapazität und der Selbstinduktion diese Voraussetzung ja in den meisten Fällen statthaft sein. Es kann ja nun zweifelhaft sein, ob die Aenderung des Widerstandes der Funkenstrecke, selbst wenn sie von der übergehenden Elektrizitätsmenge abhängig ist, mit derselben Schnelligkeit erfolgt, mit der die Elektrizitätsmenge sich ändert, ob nicht vielmehr dieser Widerstand eine träge Masse bildet, die zwar die Neigung zu einer solchen Aenderung besitzt, aber wegen ihrer Trägheit den äusserst schnellen elektrischen Aenderungen nicht zu folgen vermag, sodass während des Schwingungsvorganges der Funkenwiderstand als annähernd konstant betrachtet werden kann, auch wenn er von der zuerst übergehenden Elektrizitätsmenge abhängig ist.

Da indessen die Voraussetzung, dass der Funkenwiderstand in jedem Moment von der übergehenden Elektrizitätsmenge abhängig ist, zu sehr interessanten Betrachtungen führt, und Erscheinungen hervorrufen müsste, welche die Schwingungsvorgänge wesentlich zu modifizieren geeignet sind und welche bei der Beobachtung dieser Vorgänge, wenn auch nicht in dem von der Theorie geforderten Masse, so doch noch deutlich genug hervortreten dürften, um wichtige Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, so wollen wir diese Voraussetzung machen und annehmen, dass der Funkenwiderstand eine Exponentialfunktion der Zeit sei. In diesem Falle wird sein Wachstum mit der Zeit sehr schnell erfolgen, und die Annahme, dass der Ausdruck $\frac{r^2}{4L^2}$ gegen $\frac{1}{LC}$ verschwindend klein ist, würde schon nach Verlauf einiger Schwingungen nicht mehr zutreffen. Hieraus würde sich ergeben, dass die Schwingungen durchaus nicht so verlaufen würden, wie man bisher angenommen hat, nämlich dass eine Reihe von gedämpften Sinusschwingungen erfolgt, deren Amplituden nach einer geometrischen Reihe abnehmen, und deren Anzahl unendlich gross ist, sondern dass *nur eine begrenzte Anzahl von Schwingungen* zu Stande kommt, und dass von einem bestimmten Moment ab, welcher gegeben ist durch die Gleichung:

$$\frac{1}{CL} - \frac{r_0^2 e^{2at}}{4L^2} = 0 \quad \ldots \quad 1.)$$

überhaupt keine Schwingungen mehr erfolgen, sondern die Entladung aperiodisch verläuft. Dieser Zeitmoment hängt ganz davon ab, nach welchem Gesetz sich der Widerstand r der Funkenstrecke ändert, d. h. von dem Ausdruck für a. Da der Funke nur beim Maximalwert der Amplitude übergeht, so brauchen wir nur die Maximalwerte zu betrachten.

Nehmen wir an, dass der Widerstand der Funkenstrecke der übergehenden Elektrizitätsmenge umgekehrt proportional ist, so wird:

$$r = r_0 . e^{at}, \quad a = \frac{r_0 . e^{at}}{2L}$$

da

$$Q = Q_0 \, e^{-\frac{r_0}{2L}t}$$

ist. Es ist also:

$$e^{at} = \frac{2La}{r_0}$$

Aus Gleichung 1.) ergibt sich aber:

$$e^{2at} = \frac{4L}{r_0^2 C}$$

Es muss daher:

$$\frac{4L^2a^2}{r_0^2} = \frac{4L}{r_0^2 C}$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

sein; also:

$$e^{\frac{2}{\sqrt{LC}}t} = \frac{4L}{r_0^2 C}$$

$$t = \frac{\sqrt{LC}}{2} \, ln \, \frac{4L}{r^2 C} = \sqrt{LC} \, ln \, \frac{2}{r}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Nach Verlauf dieser Zeit würde also der Schwingungsvorgang aperiodisch verlaufen.

Da nun die Dauer einer Schwingung angenähert

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

ist, so ersieht man hieraus, dass, um überhaupt Schwingungen zu erhalten

$$ln \frac{2}{r_0} \sqrt{\frac{L}{C}} > 2\pi n$$

sein muss, worin n eine ganze Zahl bedeutet, d. h.

$$\frac{2}{r_0} \sqrt{\frac{L}{C}} > e^{2\pi n}$$

Für $C = 10^{-18}$, $r = 10^9$, $n = 1$ ergibt sich

$$L > \frac{e^{4\pi}}{4} = 71200$$

für $C = 10^{-17}$, $r = 10^8$, $n = 1$

$$L > \frac{e^{4\pi}}{40} = 7120$$

Wird allgemein $C^1 = Ca$, so wird $r^1 = \frac{r}{a}$ und daher $L^1 = \frac{L}{a}$ d. h. für ein und dieselbe Wellenlänge wäre in bezug auf die Anzahl der Schwingungen die Wahl von Selbstinduktion und Kapazität völlig gleichgiltig, man würde daher im Hinblick auf die Energie zweckmässig eine möglichst grosse Kapazität und kleine Selbstinduktion wählen.

Bei konstanter Wellenlänge würde man daher eine Vergrösserung der Anzahl der Schwingungen überhaupt nicht erzielen können; um die Dämpfung des Kreises zu verkleinern, müsste man also unbedingt zu einer grösseren Wellenlänge übergehen. Um eine Schwingung zu gewinnen, müsste aber die Wellenlänge $e^{2\pi} = 500$ mal grösser gemacht werden, d. h. entweder die Selbstinduktion 250000 mal oder Selbstinduktion und Kapazität je 500 mal.

Wir wollen nun unter derselben Voraussetzung bestimmen, wie gross die Zeit ist, welche verläuft, bis die Maximalamplitude der Schwingungen auf $\frac{1}{e}$ ihres Anfangswertes herabgesunken ist. Diese Maximalamplitude ist:

$$Q = Q_0 \, e^{-at}$$

und es sei wieder

$$a = \frac{r_0 e^{at}}{2L}$$

Soll nun $Q = \frac{Q_0}{e}$ werden, so muss $t = \frac{1}{a}$ sein, d. h.

$$t = \frac{2L}{r_0 \, e^{at}}$$

$$e^{at} = \frac{2L}{r_0 t}, \quad at = ln \frac{2L}{r_0 t} = 1,$$

$$t = \frac{1}{e} \frac{2L}{r}$$

Die Zeitkonstante des Schwingungskreises wäre also unter der Voraussetzung, dass der Widerstand der Funkenstrecke umgekehrt proportional der übergehenden Elektrizitätsmenge wächst, e mal kleiner, als bei Annahme eines konstanten Widerstandes.

Wir wollen nun eine andere Annahme machen, und zwar die, dass der Widerstand der Funkenstrecke *umgekehrt proportional der Quadratwurzel* aus der übergehenden Elektrizitätsmenge wächst. Wir haben in diesem Fall nur für a eine andere Wahl zu treffen. Es sei also

$$r = r_0 \, e^{\frac{a}{2} t}$$

$$a = \frac{r_0 \, e^{\frac{a}{2} t}}{2L}$$

$$e^{\frac{a}{2} t} = \frac{2La}{r_0}$$

$$e^{at} = \frac{4L^2 a^2}{r_0^2}$$

Beim aperiodischen Zustand ist unter dieser Voraussetzung

$$\frac{1}{LC} - \frac{r_0^2 e^{at}}{4L^2} = 0$$

Hieraus ergibt sich

$$e^{at} = \frac{4L}{r_0^2 C}$$

Also ist

$$\frac{4L}{r_0^2 C} = \frac{4L^2 a^2}{r_0^2}$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Da nun

$$at = ln \frac{4L}{r_0^2 C}$$

ist, so ergibt sich

$$t = \sqrt{LC} \, ln \frac{4L}{r_0^2 C}$$

Vergleicht man diesen Ausdruck wieder mit der Schwingungsdauer

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

so sieht man, dass

$$ln \frac{4L}{r^2 C} > 2\pi n$$

sein muss, wenn überhaupt Schwingungen zustande kommen sollen.

Ich will hierbei, was wichtig ist, gleich bemerken, dass innerhalb des Zeitraumes

$$t = \sqrt{LC} \, ln \frac{4L}{r^2 C}$$

es gestattet ist

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

zu setzen, da eine merkliche Abweichung der Schwingungsdauer von dem Wert $2\pi \sqrt{LC}$ erst nach Verlauf der Zeit eintritt, wo die Maximalamplitude auf $\frac{1}{e}$ ihres Wertes gesunken ist; letztere Zeit ist aber, wie wir gleich sehen werden

$$\frac{t_1}{e} = \frac{1}{\sqrt{e}} \frac{2L}{r_0}$$

und bei den üblichen Dimensionen von Selbstinduktion Kapazität und Widerstand bedeutend grösser als

$$t = \sqrt{LC} \, ln \frac{4L}{r^2 C}$$

Es muss also

$$L > \frac{r^2 C}{4} e^{2\pi n}$$

sein. Hier ist nun in bezug auf die Anzahl der Schwingungen die Wahl von Selbstinduktion und Kapazität bei konstanter Wellenlänge nicht mehr gleichgiltig; denn da $r^2 C$ konstant ist, so muss sich bei gleichzeitiger Aenderung von L und C auch n ändern, d. h. man wird bei konstanter Wellenlänge eine Vermehrung der Anzahl der Schwingungen durch Vergrösserung von L und entsprechende Verkleinerung von C erzielen können, aber auch hier geht diese Vermehrung sehr langsam von statten, da man für jede zu gewinnende Schwingung L $e^{2\pi} = 500$ mal grösser und C ebensovielmal kleiner machen müsste. Es kann aber, wenn eine Vergrösserung der Wellenlänge statthaft ist, die Kapazität konstant bleiben und für jede Schwingung, die man gewinnen will, brauchte nur die Selbstinduktion $e^{2\pi}$ mal, d. h. die Wellenlänge e^{π} mal grösser gemacht zu werden. Andererseits ergibt sich aber im Hinblick auf die Konstanz von $r_0^2 C$ das interessante Resultat, dass durch Vergrösserung

der Kapazität die Anzahl der Schwingungen in keiner Weise beeinflusst wird.

Für das von Herrn *Wien* behandelte System

$$L = 2{,}5 \,.\, 10^3, \quad r = 10^9, \quad C = 2{,}7 \,.\, 10^{-18}$$

würde sich ergeben

$$t = 6{,}73 \,.\, 10^{-7} \text{ Sek.}$$

und da

$$T = 5{,}15 \,.\, 10^{-7} \text{ Sek.}$$

ist, so wäre $n = 1{,}3$, d. h. es würde nur eine vollständige Schwingung zustande kommen. Um zwei vollständige Schwingungen zu erhalten, müsste $L = 1{,}78 \,.\, 10^5$ sein, die Wellenlänge müsste also 8,7 mal grösser werden.

Hält man an der Grössenordnung 10^9 des anfänglichen Funkenwiderstandes für eine Kapazität von der Grössenordnung 10^{-18} fest, so müsste, um bei einer Kapazität von 0,01 *Mi* (10^{-17}) drei Schwingungen zu erhalten, die Wellenlänge über 17 000 m sein, für vier Schwingungen über 750 000 m und für fünf Schwingungen 16 000 000 m.

Die Zeit, welche unter der Voraussetzung, dass der Funkenwiderstand der Quadratwurzel aus der übergehenden Elektrizitätsmenge umgekehrt proportional ist, vergeht, bis die Maximalamplitude auf $\frac{1}{e}$ ihres Anfangswertes gesunken ist, ergibt sich folgendermassen

$$a = \frac{r_0 \, e^{\frac{a}{2} t}}{2 L}, \qquad t = \frac{1}{a}$$

$$a = \frac{1}{t} = \frac{r_0 \, e^{1/2}}{2 L}$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{e}} \frac{2 L}{r_0}$$

Die Zeitkonstante ist also in diesem Fall $\sqrt{e}$ mal kleiner, als bei Annahme eines konstanten Widerstandes.

Wir könnten noch weitere Annahmen über die Abhängigkeit des Funkenwiderstandes von der übergehenden Elektrizitätsmenge machen, z. B. dass der Funkenwiderstand umgekehrt proportional der Kubikwurzel aus der Elektrizitätsmenge sei, in welchem Fall die Zeit, nach deren Verlauf die Schwingungen aufhören, dargestellt wird durch den Ausdruck

$$t_{1/3} = \sqrt{L C} \, ln \left(\frac{4 L}{r_0^2 C} \right)^{\frac{3}{2}}$$

oder bei Annahme der umgekehrten Proportion nach der vierten Wurzel

$$t_{1/4} = \sqrt{L C} \, ln \left(\frac{4 L}{r_0^2 C} \right)^2$$

oder allgemein

$$t_{1/m} = \sqrt{L C} \, ln \left(\frac{4 L}{r^2 C} \right)^{\frac{m}{2}}$$

welche Annahmen immer günstigere Resultate ergeben würden, doch dürften die behandelten beiden Fälle bereits genügen, um die Wichtigkeit des Zusammenhanges zwischen Funkenwiderstand und Elektrizitätsmenge genügend zu illustrieren.

(Schluss folgt).

Die Verbrennungsmotoren auf der Deutschen Städte - Ausstellung in Dresden 1903.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

Die Verbrennungsmotoren haben in der Neuzeit durch die Ausnutzung billiger Heizgase, wie Hochofengas, Koksofengas, Schwelgas und Generatorgas eine erhöhte wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Ursprünglich nur für kleinere Kraftleistungen — unter Benutzung des Gases der städtischen Gasversorgungsanstalten oder aber flüssiger Brennstoffe (Benzin, Petroleum, Spiritus usw.) — bestimmt, wuchsen die Ansprüche an die Leistungen der Verbrennungsmotoren von Jahr zu Jahr; es fanden neben den kleinen Gasmaschinen — trotz der erheblich anwachsenden Betriebskosten — auch grössere Maschinen Verwendung und deshalb wurde die Aufmerksamkeit der Ingenieure, die sich mit dem Bau und dem Betrieb von Gasmotoren beschäftigen, seit ihrem Auftauchen naturgemäss mehr und mehr auf die Herstellung *billiger* Gasarten und auf die *Unabhängigkeit* der Motoren von den Gasanstalten gelenkt. Der englische Ingenieur *E. Dowson* trat vor etwa 20 Jahren mit einer solchen Einrichtung hervor. Er hatte für den Gasmaschinenbetrieb einen eigenen kleinen Generator konstruiert und gab damit den Anstoss zur Entwicklung der heutigen Generator- oder Kraftgasanlagen, die seit ihrem Auftauchen verschiedene Verbesserungen und Vervollkommnungen erfahren haben. Man versteht unter Generatorgasanlagen solche Vergasungsanstalten, bei denen im kontinuierlichen Betriebe durch Einblasen von Luft und Wasserdampf durch eine glühende Kohlenschicht (Anthrazit oder Koks) ein Heizgas gewonnen wird. Hierbei vollziehen sich zwei Prozesse gleichzeitig. Einerseits bildet der Sauerstoff der Luft mit dem Kohlenstoff der Kohle Kohlenoxyd, andererseits wird das Wasser an der glühenden Kohlenoberfläche in seine Bestandteile — Wasserstoff und Sauerstoff — zersetzt.

Das im Generatorprozess aus *Anthrazit* erzeugte Heizgas hat folgende mittlere Zusammensetzung:

Kohlensäure (CO_2) . .	6,0	v. H.
Kohlenoxyd (CO) . .	23,0	„ „
Methan (CH_4)	0,6	„ „
Wasserstoff (H) . . .	18,4	„ „
Stickstoff (N)	52,0	„ „

Das Gas verbrennt mit nicht leuchtender Flamme und hat einen Heizwert von etwa 1300 Kalorien in 1 cbm, also nur etwa den vierten Teil desjenigen von Leuchtgas und nur die Hälfte desjenigen von Wassergas.

Die Erzeugung des nötigen Wasserdampfes geschieht bei den *Druckgeneratorgasanlagen* durch einen besonders gefeuerten Dampfkessel. Der hochgespannte, zumeist noch überhitzte Dampf reisst in einem Dampfstrahlgebläse Luft mit und drückt das Gemisch unter den Rost des Generators, von wo es dann durch die glühende Kohlensäule strömt und Gas bildet. Dieses tritt durch eine Wasservorlage, sodann durch Reinigungsapparate (Skrubber, Sägespänereiniger usw.) und eine als Regler wirkende Gasglocke in den Motor.

Bei den in neuerer Zeit sehr in Aufnahme gekommenen *Sauggeneratorgasanlagen* fällt der Dampfkessel fort. Das Einführen der Luft geschieht durch die Saugwirkung des Motors in den unteren Teil des als Schachtofen ausgebildeten, oben mit einer Füllvorrichtung versehenen Generators, und die Erzeugung des Wasserdampfes durch die in dem letzteren oder in den Abgasen des Motors frei werdende Wärme ohne Zuhilfenahme einer besonderen Feuerung. Um eine solche Sauggasanlage in Gang zu setzen, und die hohe Kohlenschicht im Generator glühend zu blasen, ist jedoch ein Ventilator erforderlich, der bei kleinen Anlagen von Hand, bei grösseren Anlagen durch Elektrizität oder Druckwasser angetrieben wird, bezw. kann derselbe von dem Gasmotor selbst angetrieben werden, der in diesem Falle aushilfsweise mit Benzin oder Benzol betrieben wird.

Ist das Gas für die Maschine brauchbar, so kann der Ventilator abgestellt und der Motor in Betrieb gesetzt werden; derselbe saugt dann selbsttätig das Gas durch den Generator an. Die Erzeugung des Gases regelt sich selbsttätig nach dem jeweiligen Bedarfe und man lässt deshalb sogar bei kleinen Anlagen häufig die Regler fort, obwohl sie mit Rücksicht auf Schwankungen in der Gasentnahme sehr zweckmässig sind. Es ist klar, dass sich die Sauggasanlagen durch den Fortfall des Dampfkessels und Reglers in der Beschaffung und Wartung billiger stellen, als die Druckgas-

anlagen. Wohl zumeist aus diesem Grunde haben sie in der Neuzeit eine grössere Verbreitung gefunden.

Es werden auch Generatorgasanlagen gebaut, bei denen das entweder *saugend* oder *drückend* wirkende Gebläse während des Ganges des Motors im Betriebe erhalten bleibt. Diese als *kombinierte Saug- und Druckgasanlagen* bezeichneten Einrichtungen haben, gleichwie die durch Dampfkessel betriebenen Gasanlagen, den Vorteil, dass man auch feinkörnige Kohlensorten noch vorteilhaft verbrennen kann, und ferner *Deutz* in Köln-Deutz eine 50pferdige Klärschlammvergasungsanlage, die abwechselnd mit Klärschlamm und mit böhmischer Braunkohle arbeitet, ausserdem eine 16pferdige Sauggasanlage für Anthrazitbetrieb ausgestellt. *M. Hille, G. m. b. H.* in Dresden hat eine kleinere Sauggasmotorenanlage im Betrieb und die *Maschinenfabrik Kappel* in Chemnitz zwei kleinere mit Leuchtgas betriebene liegende Motoren, ferner — ausserhalb des Maschinengebäudes — eine kleinere Sauggeneratorgasanlage ausgestellt.

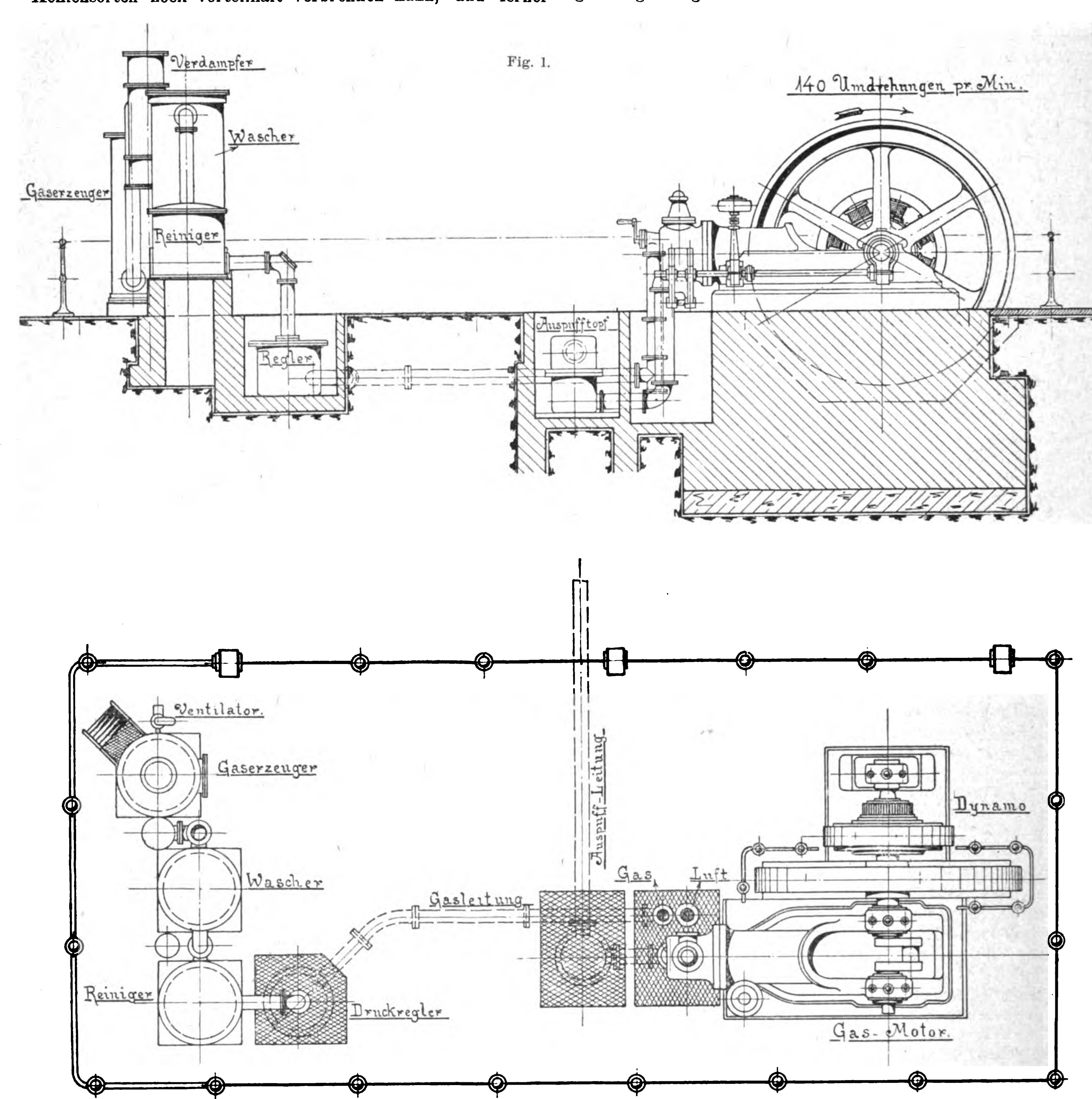


Fig. 1.

Fig. 2.

die Reinigung des Gases selbt bei Verwendung geringwertiger Brennstoffe sich erheblich besser bewerkstelligen lässt, als es in den reinen Sauggasanlagen der Fall ist.

Bei den in Dresden ausgestellten Verbrennungsmotoren wird das Betriebsmittel zumeist in reinen Sauggasanlagen erzeugt. So führt die *Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G* in Nürnberg einen 80pferdigen Gasmotor mit Sauggasanlage vor und es haben ferner *Gebr. Körting A.-G.* in Körtingsdorf bei Hannover in einem eigenen grossen Pavillon eine Sauggasanlage für Anthrazit und Braunkohlen, in Verbindung mit einer 100pferdigen Gasdynamo, die *Gasmotorenfabrik*

Die *Maschinenfabrik Augsburg, A.-G.*, in Augsburg hat einen mit den neuesten Verbesserungen versehenen Verbrennungsmotor, Patent *Diesel*, von 12 PS (normal) zur Ausstellung gebracht, der eine *Schuckert*sche Gleichstromdynamomaschine treibt.

In dem Nachstehenden soll über diese Ausstellungsgegenstände eingehender berichtet werden.

Die gesamte Anordnung der von der *Maschinenbaugesellschaft Nürnberg* ausgestellten 80pferdigen Sauggasmotorenanlage zeigen Fig. 1 und 2.

Die Anlage besteht aus einem Gaserzeuger (Generator),

Verdampfer mit Reinigungstopf, Wascher (Skrubber), Sägespänereiniger, Regler und dem Gasmotor mit angekuppelter Dynamo usw.

Die Bauart und Wirkungsweise der zur Gasanlage gehörigen Apparate lässt Fig. 3 erkennen.

Der Generator besteht aus einem feuerfest ausgekleideten Schachtofen mit doppeltem Verschluss am Fülltrichter, sowie abschliessbarem Rost und Aschenfall. Durch die auf dem Roste glühende Brennstoffschicht ziehen Luft und Wasserdampf und werden hierbei in Heizgase von der eben angegebenen mittleren Zusammensetzung umgewandelt. Die Gase streichen zunächst durch den Verdampfer, um hier ihre Wärme zur Erzeugung des erforderlichen Wasserdampfes abzugeben, der dann unter den Rost geleitet wird. (In Wirklichkeit arbeitet der Verdampfer nicht, wie gezeichnet, mit einem durchgehenden Rohr, sondern mit einem Röhrenbündel.) Da bei der Zersetzung des Wasserdampfes in Wasser Wärme verbraucht wird, wird eine übermässige Erwärmung des Rostes und des Generators verhindert. Die Heizgase gelangen sodann durch den Reinigungstopf, in dem der gröbere Teil der aus dem Generator mitgerissenen Staubteile durch Wasser in die Abflussleitung gespült wird, in den Wascher. Der Reinigungstopf ist mit einer Scheidewand versehen und kann durch Auffüllen mit Wasser zum Absperren des Generators von den übrigen Apparaten benutzt werden, was durch entsprechende Hahnstellung erfolgt. In dem Wascher werden die Gase durch fein verteiltes Wasser gewaschen und gehen dann in den Sägespänereiniger, hierauf durch einen Regler in den Motor. Die Anlage wird durch einen kleinen Handventilator angeblasen.

Eine äussere Abbildung des Gasmotors zeigt Fig. 6. Er besitzt einen mit besonderer Laufbüchse versehenen Zylinder, der mit dem Rahmen und den Kurbellagern aus einem Stück gegossen und an seinem hinteren Ende mit dem Ventilkopf verschraubt ist. In dem letzteren sind die bequem zugänglichen Ventile mitsamt ihren Sitzen eingebaut. Der lange, durch zahlreiche selbstspannende Gusseisenringe gedichtete Kolben ist mit nachstellbaren Gleitflächen versehen, die als Kreuzkopfschuhe dienen. Die Schubstangen haben nachstellbare Lagerschalen aus Rotguss, die ebenfalls nachstellbaren Kurbellager besitzen Ringschmierung. Die Ventile (Fig. 4 u. 5) werden mittels unrunder Scheiben und Hebel von einer zur Maschinenachse parallelen, in Ringschmierlagern geführten Steuerwelle aus bewegt, die durch eingekapselte, in Oel laufende Schraubenräder von der Hauptwelle aus angetrieben wird und auch die magnet-elektrische Zündung betätigt.[1])

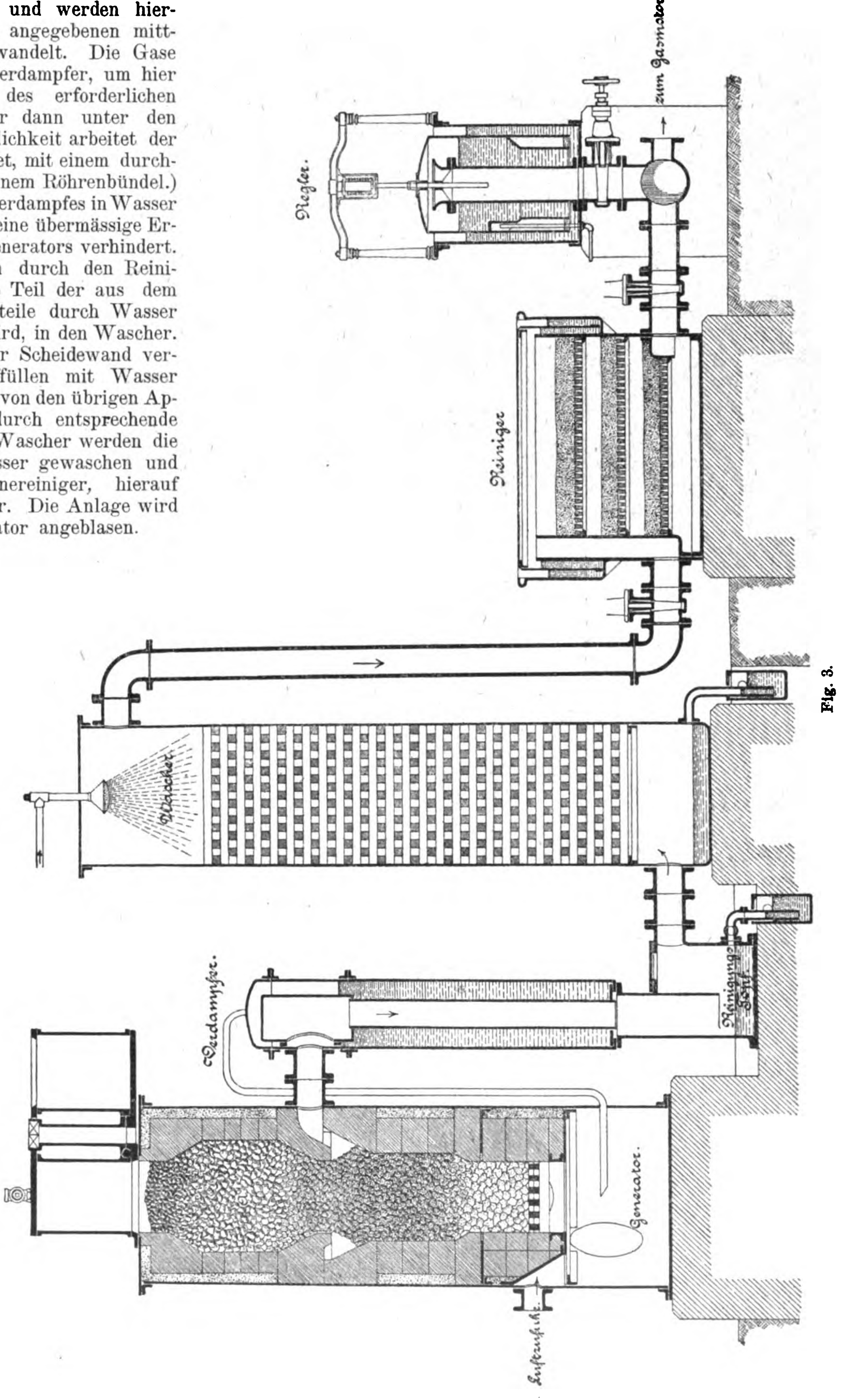


Fig. 3.

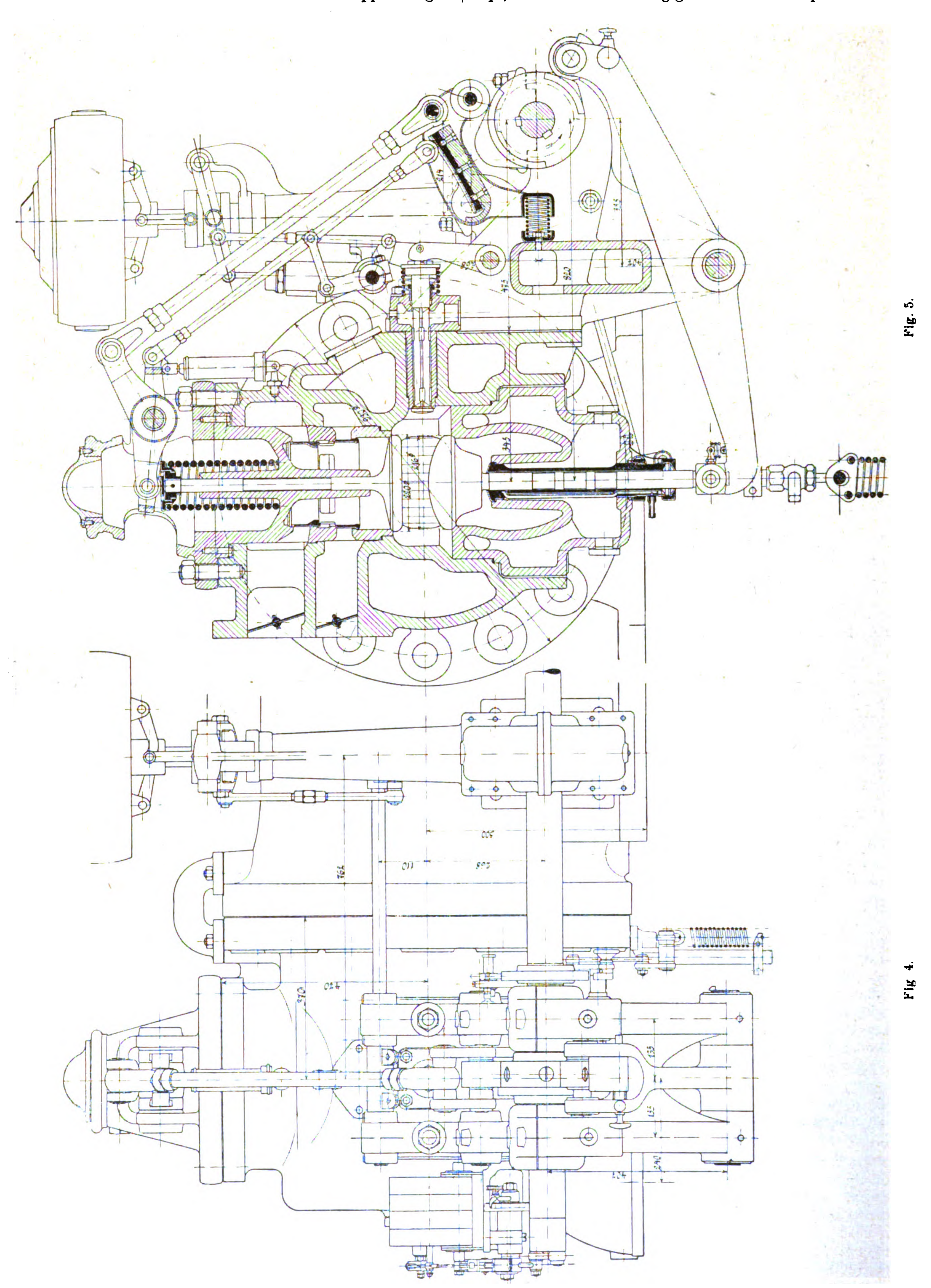
Einlass- und Auslassventil sitzen, wie es bei Gasmotoren jetzt zumeist üblich ist, diametral gegenüber. Das Einlassventil steht durch zwei seitliche Stutzen einerseits mit der Gaszuleitung, andererseits mit der Luftzufuhrleitung in Verbindung, derart, dass eine innige Mischung von Luft und Gas, deren zuströmende Mengen mittels Drosselklappen in den betreffenden Leitungen geregelt werden können, bereits vor dem Eintritt der Ladung in den Zylinder stattfindet.

Die Steuerung des Einlassventils erfolgt, wie auf den Abbildungen ersichtlich, durch eine Daumenscheibe der Steuerwelle, auf deren auswechselbaren Knaggen eine kleine Walze abrollt, die in einem am Maschinengestell drehbar befestigten Arme gelagert ist. Letzterer steht durch eine Stange mit einem Gabelhebel in Verbindung, auf dessen

[1]) Näheres über magnet-elektrische Zündungen siehe S. 633–635. D. R.

Schwingachse noch ein zweiter Hebel befestigt ist, der durch eine Rolle die Ventilspindel betätigt.

Das Auslassventil wird mittels eines doppelarmigen



Rollenhebels von der Steuerwelle aus gelüftet und geschlossen.

Die Abgase treten durch ein Rohr in den Auspufftopf (Fig. 1 u. 2), von hier durch eine längere Rohrleitung in einen ausserhalb des Ausstellungsgebäudes aufgestellten zweiten Auspufftopf, womit ein vollständig geräuschloser Auspuff erreicht wird.

Die Umdrehungszahl des Motors wird durch ein besonderes, das Einlassventil umgebendes Mischventil geregelt, das bei konstantem, auf die günstigste Verbrennung ein-

gestellten Mischungsverhältnis von Gas und Luft durch seinen von einem *Hartung*schen Federregulator eingestellten Hub die Gemischmenge und damit die Motorleistung verändert. Es wird zu dem Zweck die bei Geschwindigkeitsänderungen des Motors auftretende Schwingbewegung einer mit dem Regulator durch ein Hebelsystem gekuppelten Achse mittels Kurbel und Lenker auf eine Stange übertragen, deren oberes Ende einen mit dem vorgenannten Mischventil verbundenen, unter Federwirkung stehenden Hebel erfasst, während das untere Ende dieser Stange mit einer kleinen Walze versehen ist, die auf einer Kurvenbahn des am Maschinengestell drehbar befestigten, mittels Daumenscheibe der Steuerwelle betätigten Armes abrollt. Der letztere ist ausser der Einwirkung der Daumenscheibe noch derjenigen einer Schraubenfeder unterstellt.

Die erreichte Regulierung wirkt durch Veränderung der angesaugten Gasmenge auch regelnd auf die Verbrennung im Generator zurück, die sich dadurch selbsttätig der verlangten Leistung anpasst.

Zylinder und Ventilkopf, sowie Auslassventil werden durch Wasser gekühlt.

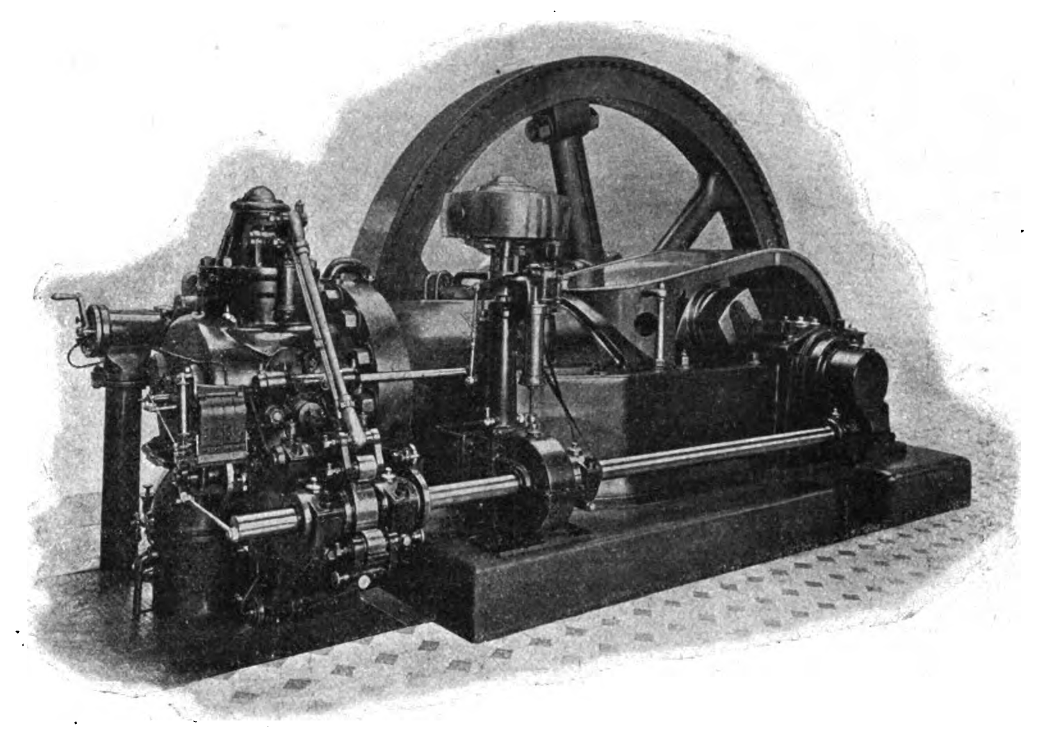


Fig. 6.

Zum Anlassen dient ein besonderes, gesteuertes Druckluftanlassventil, das, durch einen einfachen Handhebel eingeschaltet, den Motor als Druckluftmotor in Gang bringt, worauf er als Viertaktmotor weiter arbeitet. Die erforderliche Druckluft wird durch einen kleinen elektrisch betriebenen Kompressor in einem Luftbehälter aufgespeichert.

(Fortsetzung folgt.)

Mitteilungen aus dem Eisenbahn-Sicherungswesen.

Von Regierungsbaumeister **Hans Martens.**

Durch die höhere Fahrgeschwindigkeit und die grössere Zugdichte auf den Eisenbahnen sind die Anforderungen an die Einrichtungen zur Betriebssicherheit entsprechend gestiegen. Verfolgt man die Arbeiten der Spezialfirmen, welche hierhergehörige Apparate und Vorrichtungen bauen, so kann man wohl zu dem Ergebnis kommen, dass diese ihrer Aufgabe in jeder Weise gerecht werden: Neue Gedanken werden in die Tat umgesetzt, die Apparate werden nach den Versuchsergebnissen und den dabei gemachten Erfahrungen fortentwickelt, sodass nie ein Stillstand, sondern ein stetiges Werden in den Bestrebungen zu erkennen ist. Alle Entwürfe in ihrer Entwicklung zu verfolgen, hiesse dem Nichteisenbahner zu viel zumuten; aber einige bemerkenswerte Bauarten von Vorrichtungen zur Erhöhung der Eisenbahnbetriebssicherheit werden bei dem Allgemeininteresse, welches dem Eisenbahnbetrieb entgegengebracht wird, ihm doch willkommen sein.

Das Gefahr erzeugende Element ist die „bewegte Achse“ oder praktisch gesprochen der fahrende Eisenbahnzug. Deswegen haben von jeher die Erfinder sich damit beschäftigt, ihn in seinem Lauf entweder an einer ein für allemal bestimmten oder an einer beliebigen Stelle mit Sicherheit aufzuhalten. So einfach nun der oft zur Ausführung gebrachte Gedanke erscheint, durch auf der Strecke befestigte Anläufe oder Schlingen die Bremse der Lokomotive zu betätigen oder ihre Pfeife ertönen zu lassen, so viele Hindernisse bietet der Betrieb. Alle diese Apparate haben keinen dauernden, befriedigenden Erfolg gehabt.

Auch der Gedanke, sich von der Strecke aus dem fahrenden Zuge verständlich zu machen, ist frühzeitig genug aufgetaucht und die drahtlose Telegraphie scheint nach den bisher vorliegenden Versuchen dazu berufen, diese Frage in praktischer Brauchbarkeit zu lösen.

Da die beiden angedeuteten Hilfsmittel zur Erhöhung der Betriebssicherheit noch der endgültigen Vollendung bedürfen, so geht die Strömung der Eisenbahner zur Zeit dahin, mittelbar durch Verwendung von Signalen ein Halten des Zuges im Gefahrfalle an beliebiger und bestimmter Stelle sicher zu erreichen. Man legt deshalb z. B. dem mit dem Stationseinfahrsignal verbundenen Vorsignal erhöhte Bedeutung bei, welches bekanntlich, in grösserer Entfernung vor jenem aufgestellt, dessen Stellung ankündigen soll. Da nun aber zu der Zeit, wo die Signale am meisten von Nöten sind, bei Nebel, trübem Wetter, Schneetreiben, die sichtbaren

Signale ihren Dienst versagen, so greift man zu dem einzigen Rettungsmittel, mit den Sichtsignalen hörbare zu verbinden. Die Bedeutung dieser hörbaren Signale — ob unbedingtes Halt oder nur Warnungszeichen — wird von der betreffenden Verwaltung entschieden, worüber die Meinungen noch auseinandergehen.

Als vornehmstes der hörbaren Signale ist das Knallsignal zu betrachten, das in neuerer Zeit wieder mehr Verwendung auf den deutschen Bahnen finden wird. Die Knallkapseln können nach Bedarf vom Bahnbewachungspersonal von Hand oder an besonders gefährdeten Punkten, wozu die Stellung der Vorsignale rechnet, mechanisch ausgelegt werden.

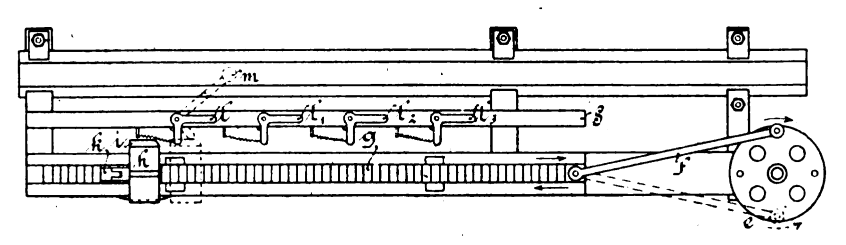


Fig. 1.

Eine von der Georgs-Marien-Hütte ausgeführte, durch Patent geschützte Bauart eines Knallpatronen - Auflegers zeigt Fig. 1. Mit dem jedesmaligen Stellen des Vorsignals auf „Halt" wird eine Patrone auf die Schiene gelegt. Auf einer parallel zur Fahrschiene gelagerten Schwelle S sind in gleichen Abständen Winkelhebel l, l_1, l_2, l_3 drehbar angebracht, auf deren in der Längsrichtung der Schwelle liegendem Arme Knallpatronen aufgesteckt werden. Die anderen Arme dieser Hebel sind durch Federn mit der Schwelle verbunden.

Mit dem Vorsignal ist eine aus Winkelhebel, Gestänge und Drahtzug bestehende Uebertragungsvorrichtung verbunden, die beim Umstellen der Vorsignalscheibe jedesmal die neben der Fahrschiene um eine vertikale Achse drehbare Scheibe e mitbewegt. Letztere ist durch die Kurbelstange f mit der Zahnstange g mit sägeförmigen Zähnen verbunden. Diese ist in einem [-Eisen gelagert, das zugleich als Führung für den Schlitten h dient, an dem die Klinke k angelenkt ist. Auf der der Fahrschiene zugekehrten Seite des Schlittens ist an ihm der Winkel i befestigt.

Wird das Signal auf „Halt" gestellt, so macht die Scheibe e eine Rechtsdrehung und die Kurbelstange f zieht bei der ersten Vierteldrehung die Zahnstange vor, wobei die Sperrklinke k des Schlittens h mitgenommen wird. Infolgedessen trifft der Winkel i auf den ihm zugekehrten Arm des Winkelhebels l und dieser macht einen Ausschlag, der die auf seinen andern Arm aufgesteckte Knallpatrone auf die Fahrschiene legt. Weitere Drehung der Scheibe e infolge durch Wärmeschwankungen veranlasster Längenänderungen im Drahtzug oder Gestänge bleiben ohne Einfluss. Geht die Kurbelstange f hierbei über die Mittellage hinaus, so schiebt sie die Zahnstange g zurück, diese lässt aber den Schlitten h in seiner Stellung, weil ihre Zähne leer unter der Klinke hinweggleiten.

Wird das Signal zurück auf „Fahrt" gestellt, so macht die Scheibe e eine Linksdrehung und die Zahnstange g wird bei der ersten Vierteldrehung wiederum vorgezogen, wobei sie unter Vermittlung der Klinke k den Schlitten so weit vorbewegt, dass er in eine Lage zwischen den Hebeln l und l_1 gelangt. Der Hebel l wird hierbei durch der ihn mit der Schwelle S verbindenden Feder in seine durch einen Anschlagstift an der Schwelle bestimmte Anfangsstellung zurückgedreht.

Wird nun das Signal abermals auf „Halt" gestellt und der Schlitten h hierbei vorbewegt, so trifft er auf den Arm des Winkelhebels l_1 und dreht diesen so, dass er eine Patrone auf die Fahrschiene legt.

Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis der Schlitten die letzte Patrone auf die Schiene gelegt hat. Alsdann stösst er an den an der Fahrschiene befestigten Rahmen, der zur Stützung des [-Eisens und der Leiste dient, verhindert dadurch ein weiteres Drehen der Scheibe e und sperrt so das Signal. Der Wärter hat nun den Schlitten h unter Anheben der Klinke k wieder an das Ende der Führung zurückzuschieben und die zerfahrenen Knallpatronen durch neue zu ersetzen. Ein Verabsäumen des Aufsteckens neuer Patronen wird kaum zu befürchten sein, da der Wärter sich auf jeden Fall zur Beseitigung der Sperrung zur Vorrichtung begeben muss. Bei dieser Bauart des Knallpatronenauflegers sind Mängel in betriebstechnischer Hinsicht nicht zu verkennen.

Die Signalsperrung nach Verbrauch der letzten Patrone leistet Bürgschaft dafür, dass auch wirklich bei jeder Haltstellung des Signals eine Patrone ausgelegt ist. Dies kann jedoch für dichten Zugverkehr sehr unbequem und störend werden. Deswegen ist der Ausleger für sich durch einen besonderen Hebel zu bedienen und erst mit dem Signal bei ungünstigem Wetter, wie Schneetreiben oder Nebel zu kuppeln. Denn erst in diesem Fall wird das Auslegen von Knallkapseln notwendig. Auch ist es für die Bedienung der Vorrichtung von Wert, sie in die Nähe eines Wärterpostens zu legen, dem die Ueberwachung und Instandhaltung zu übertragen ist.

Fig. 2 zeigt einen einfachen Knallpatronen - Aufleger, Bauart Maschinenfabrik *Bruchsal*. Durch Drahtzug wird eine Rolle bewegt, die den Ausleger zwangläufig mitnimmt. Die Vorrichtung wird nur im erforderlichen Falle mit dem Signaldrahtzug gekuppelt. Sie besitzt den Vorzug grosser Einfachheit.

Mit Rücksicht darauf, dass ein oft angewendetes Gefahrsignal an Bedeutung verliert und dass es im Grundgedanken nicht richtig ist, die Haltstellung eines Vorsignals durch das — gemäss der Signalordnung vieler Verwaltungen — unbedingtes Halt gebietende Knallsignal anzuzeigen, ist folgende Konstruktion eines „hörbaren Vorsignals" von der Maschinenfabrik *Bruchsal* entworfen worden.

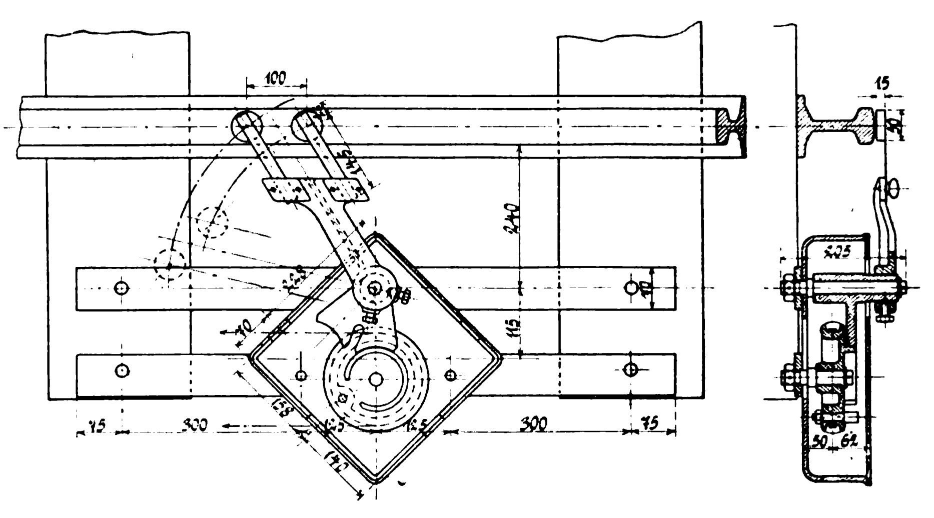


Fig. 2.

Dieses Vorsignal unterscheidet sich von dem gewöhnlichen dadurch, dass die Signalscheibe durch eine grosse, ziemlich flache Glocke aus Hartguss oder Gusstahl ersetzt ist, an der der Zug gegebenenfalls selbst läutet. Die in Fig. 3 u. 4 dargestellte Einrichtung wird gebildet durch das eigentliche Signal und den Pedalantrieb. Ersteres besteht aus dem durch ein I-Eisengerüst hergestellten Mast mit der Signalstellvorrichtung, der Glocke und der Signallaterne einerseits und dem Läutewerk mit dem zugehörigen Antriebe andrerseits. Der vom Hauptsignal kommende doppelte Drahtzug stellt mittels der am Mast angebrachten Stellvorrichtung und der an dieser angreifenden Zugstange die am oberen

Ende des Gerüstes gelagerte Glocke senkrecht und wagerecht, was dem Signalzeichen „Halt“ oder „freie Fahrt“ am Hauptsignal entspricht (Fig. 4). Durch die Bewegungen der Glocke wird gleichzeitig die am Signalgerüst verschiebbare Laterne entsprechend geblendet.

Der auf der anderen Seite des Signalgerüstes gelagerte Kreuzhebel setzt durch einen mit der Glocke in gleicher Höhe angebrachten Schieber die Hämmer des Läutewerks in Bewegung. Durch einen doppelten Drahtzug steht der Kreuzhebel mit der etwa 40—50 m vor dem Vorsignal aufgestellten Pedalvorrichtung (Fig. 3) in Verbindung.

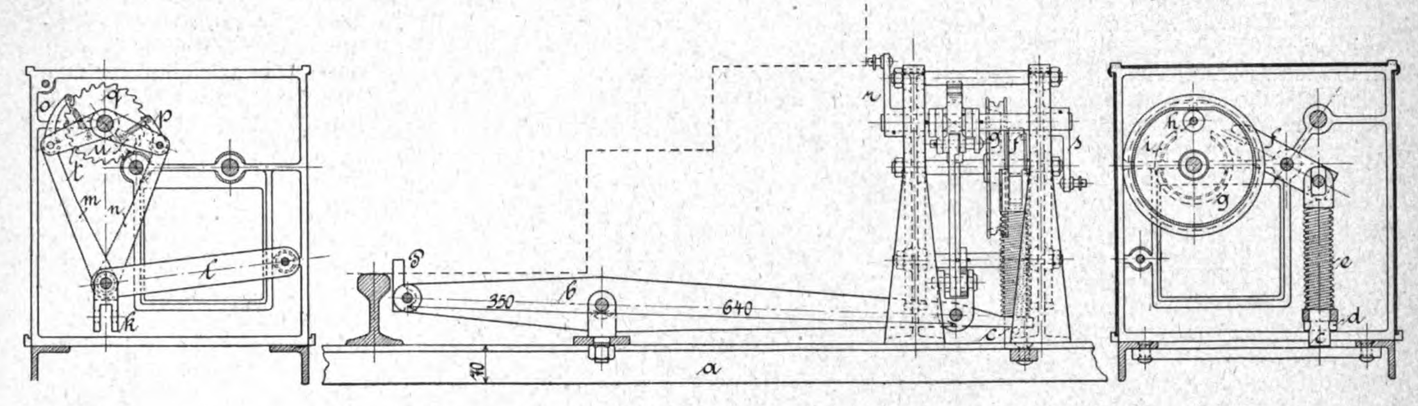


Fig. 3.

Diese besteht aus dem 1,5 m langen Pedale P (Fig. 3) und der mit diesem durch den auf dem gemeinsamen Fundamentgerüst gelagerten Querhebel b verbundenen Antriebsvorrichtung für die Läutedrähte. Das Pedal ist an der Schiene drehbar befestigt. Der Querhebel b steht an dem einen Ende mit dem Kloben c in Verbindung, der unterhalb b einen Bolzen d, oberhalb b eine Spiralfeder e hat und mit dem Schalthebel f verbunden ist. Die Rolle g wird von dem Signaldrahtzuge bewegt und schaltet dabei mit Stift h und Flansch i den Hebel f ein, wodurch in leicht ersichtlicher Weise das Pedal gehoben und gesenkt wird. Die Stellrolle g kann aber auch durch einen besonderen Drahtzug bewegt werden, um das Pedal ein- und auszurücken. Für eingleisige Bahnen wird stets ein besonderer Stellhebel angewendet, um das Läutewerk nicht durch Züge ertönen zu lassen, für die das Vorsignal nicht gilt. Mit dem Querhebel b ist noch das Gelenkstück k mit den Schwingen m und n und dem Lenker l verbunden. Die beiden Schwingen sind oben geführt durch die Hebel t und u und tragen daselbst die Sperren o und p, welche auf das Sperrad q einwirken. Das Sperrrad ist mit den Drahtzugantriebhebeln r und s auf derselben Achse befestigt. Ist das Pedal für die Signalgebung eingeschaltet — wie die gehobene Stellung der Figur — so wird es von jedem über dasselbe fahrenden Rade niedergedrückt und von der Spiralfeder des Klobens wieder gehoben. Diese Bewegungen übertragen sich durch m n, o p und q auf r und s, welche dabei mit ihrem Drahtzuge an dem Glockensignal läuten, was durch folgende Anordnung bewirkt wird. Durch den Drahtzug wird mittels der Kreuzhebel die Stange d (Fig. 4) auf- und abbewegt, welche in dem neben der Glocke angebrachten Gehäuse zwei Zapfen e trägt. Durch diese unter Vermittlung der Knaggen f werden die Hämmer h gegen die Glocke getrieben. Bei jeder Auf- und Abbewegung der Stange d ertönen vier Schläge.

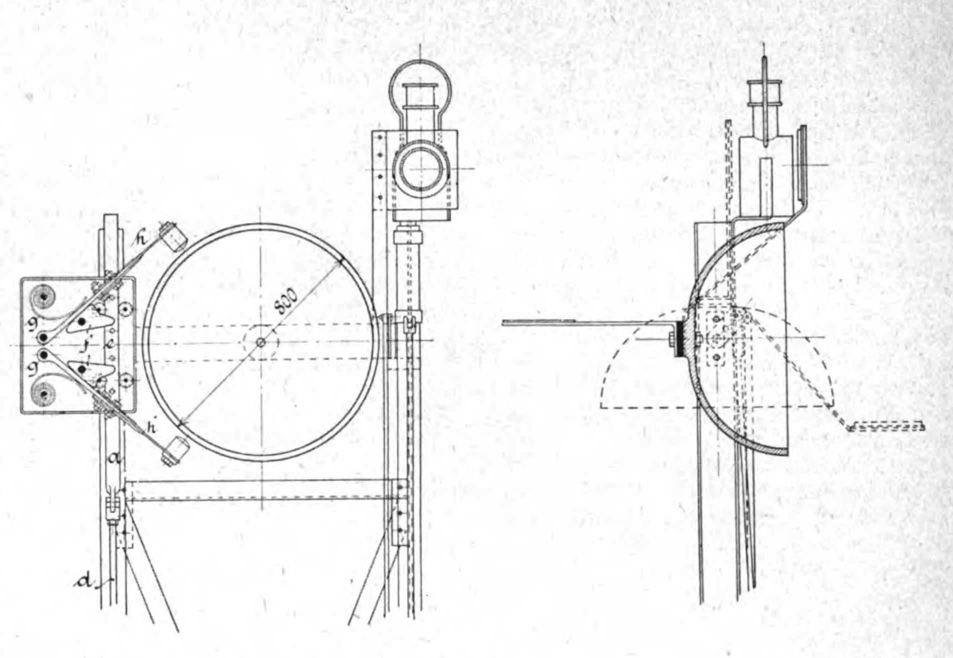


Fig. 4.

Diese Vorrichtung wird kaum den durch das Auffahren der Räder verursachten Stössen, die sich dem ganzen Mechanismus mitteilen, auf die Dauer gewachsen sein. Trotzdem bleibt sie eine beachtenswerte Erscheinung in der Reihe der vereinigten Sicht- und Hörsignale.

(Fortsetzung folgt).

Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 622 d. B.)

Bei dem 2 PS-Motor der *Progress-Motoren- und Apparatenbau-Gesellschaft m. b. H.* in Charlottenburg befindet sich im Gegensatz zu den bisher besprochenen Motoren das Schwungrad ausserhalb des Kurbelgehäuses, wobei der Riemenzug c, wie Fig. 53 zeigt, zwischen Lager und Schwungrad verlegt ist. Das Kurbelgehäuse kann hierdurch entsprechend kleiner und das Gewicht der Schwungscheibe bei gleicher Wirkung dadurch geringer gehalten werden, dass man ihr einen grösseren Durchmesser gibt, wodurch nebenbei ein sanfter stossfreier Gang des Fahrzeuges erzielt wird. Ausserdem ist dieser Motor mit magnet-elektrischer Zündung versehen.

Der kleine Magnetinduktor m, der vorn am Motor sitzt, wird, wie aus Fig. 54 ersichtlich, durch Zahnrad *3* mittels Zwischenrad *2* von dem auf der Motorwelle sitzenden Zahnrad *1* angetrieben, und die Zündung erfolgt durch den Abreissmechanismus a d (Fig 53a u. 54). Die Steuerung desselben

geschieht dadurch, dass die Daumenscheibe i bei jeder Umdrehung gegen den Steuerhebel g (Fig. 54 u. 54a) schlägt, wodurch dieser der Steuerstange f eine kleine Drehung verleiht. Dieses hat zur Folge, dass der Abschlaghebel e gegen den Zündhebel b schlägt, sodass letzterer den Abreisshebel d von dem Zündstift a abhebt, wobei der Funke überspringt. Um die Funkenstelle stets rein zu halten, ist der Abreisshebel d federnd gelagert, und der Zündstift a mit kegelförmiger Anschlagfläche versehen, wodurch stets eine kleine achsiale Verschiebung des ersteren auf der Kegelfläche stattfindet.

Mittels der erwähnten Daumenscheibe i wird gleichzeitig das Auspuffventil durch Hebel k und Stange h gesteuert. Die Ingangsetzung des Fahrzeuges ist die allgemein übliche. Um die Tätigkeit des Motors zeitweilig zu unterbrechen, genügt auch hier ein leichtes Anziehen des Bremshebels, wodurch derselbe eine kleine, am Lenkstangenschaft sitzende Feder der Ausschaltvorrichtung berührt, sodass die Zündungen sofort aussetzen und das Fahrrad eine langsamere Geschwindigkeit annimmt. Beim Freigeben des Bremshebels setzen die Zündungen sofort wieder ein. Die Fahrgeschwindigkeit kann bis zu 60 km i. d. Stunde gesteigert werden. Das Gesamtgewicht des Fahrzeuges beträgt etwa 42 kg.

Fig. 53a. Fig. 53. Fig. 54. Fig. 54a.

Motor mit magnet-elektrischer Zündung der Progress-Motoren- und Apparatenbau-Gesellschaft m. b. H.

Ebenfalls magnet-elektrische Zündung, jedoch ohne Abreissmechanismus und in anderer Anordnung, verwenden jetzt neben ihrer Batteriezündung auch die *Neckarsulmer Fahrradwerke*. Statt des Mittelrades ist hier eine Kette mit Schutzgehäuse (Fig. 55) vorgesehen. Dieselbe treibt durch ein ausserhalb der Motorriemenscheibe gelagertes Kettenrad, das halbsoviel Zähne wie dasjenige des am Sattelstützrohr sitzenden Magnetapparates hat, den letzteren an. Die Transformatorspule ist in einem Holzkästchen innerhalb des Benzinbehälters untergebracht. Die Regulierung der Zündung ist dieselbe wie bei der Batteriezündung.

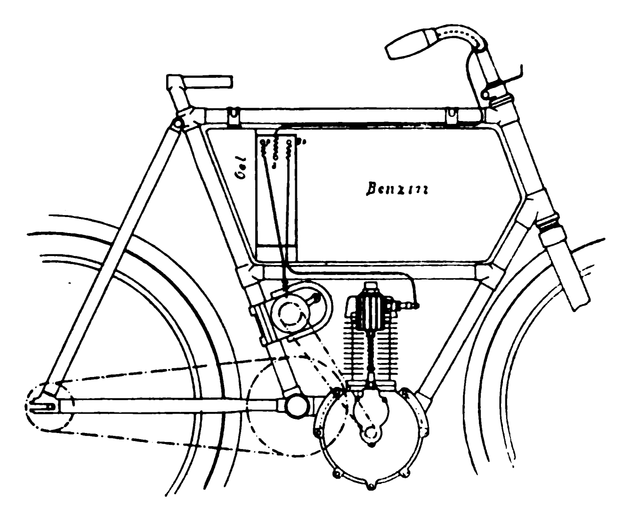


Fig. 55. Anordnung des magnet-elektrischen Zündapparates.

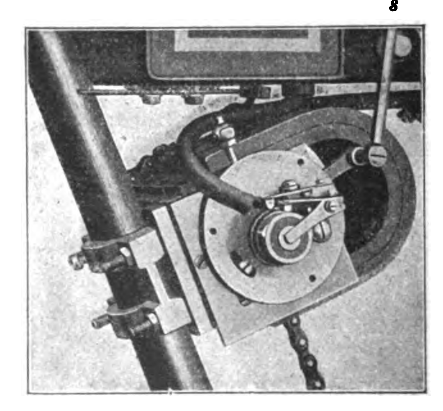


Fig. 56.
Magnet-elektrischer Zündapparat
(System Eisemann).

Bei diesem Zündapparat (System *Eisemann*), welchen Fig. 56 mit abgenommener Schutzkapsel zeigt, war der Grundgedanke massgebend, die Vorteile der „magnet-elektrischen-“ und die der Akkumulatorenzündung miteinander zu vereinigen.

Wie Fig. 57 zeigt, besteht der Apparat aus zwei getrennten Teilen, und zwar dem Magnetinduktor m und der Transformatorspule i.

Ersterer ist eine gewöhnliche Wechselstrommaschine, in deren Anker a Stromstösse von niedriger Spannung erzeugt, und dann in die primäre Wicklung p der Transformatorspule i geleitet werden.

Um nun die zum Ueberspringen der Zündfunken an der Zündkerze b nötige hohe Spannung in der sekundären Wicklung s zu erzielen, wird im Augenblick des Zündzeitpunktes der für gewöhnlich bestehende Kurzschluss k des Ankers durch die Nocken der Scheibe n aufgehoben. Hierdurch fliesst der in diesem Augenblicke in der Ankerwicklung entstehende Selbstinduktionsstrom zusammen mit dem Ankerstrom durch die primäre Wicklung p der Spule i, und erzeugt in der sekundären Wicklung s hinreichende Spannung zum Ueberspringen des Funkens bei b.

Durch das passend gewählte Verhältnis der Wicklungen p und s der Transformatorspule entsteht ein heisser, flammiger Funke, welcher auch bei hoher Kompression im Zylinder genügend Spannung besitzt, um stets sicher und genau bei der gewünschten Kolbenstellung überzuspringen, was auf die Nutzleistung, wie Versuche erwiesen haben, von wesentlichem Einfluss ist.

Ein grosser Vorzug dieser Zündung ist der, dass, wie eingangs erwähnt, in der Ankerwicklung nur Ströme niedriger

Spannung kreisen, während die Erzeugung der zum Ueberspringen der Funken nötigen hohen Spannung in die leicht und sicher zu isolierende Spule *i* verlegt ist.

Durch diese Anordnung wird das bei der gewöhnlichen magnet-elektrischen Zündung schon beobachtete, durch die Schwierigkeit einer sicheren Ankerisolation für hohe Spannungen bedingte, häufige Durchschlagen der Ankerwicklung vermieden.

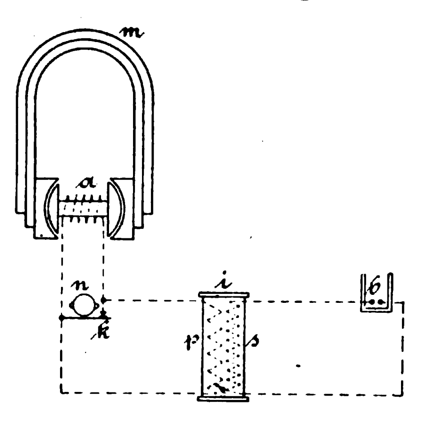


Fig. 57.
Schaltungsschema zum magnet-elektrischen Zündapparat von Eisemann.

Die Verstellung des Zündzeitpunktes, zum Zwecke der Vor- oder Nachzündung erfolgt in der Weise, dass die Stellung der Induktorwelle gegenüber derjenigen der Kurbelwelle in bekannter Weise vom Sattel aus mittels Handgriff und Stängchen *s* (Fig. 56) geändert wird.

Zu erwähnen ist noch, dass hier keine besonderen Zündkerzen nötig sind, sondern jede im Handel befindliche Kerze ohne weiteres verwendet werden kann. —

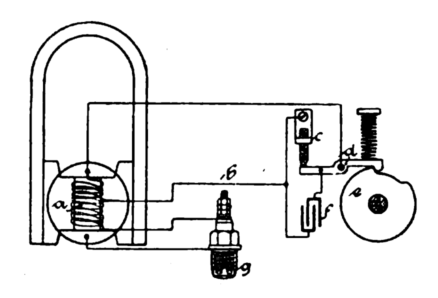


Fig. 58.
Schaltungsschema zum magnet-elektr. Zündapparat von Bosch.

Bei der in Fig. 58 dargestellten *Bosch*zündung wird in der Wicklung *a* des Ankers ein elektrischer Strom dadurch erzeugt, dass in der gezeichneten Ankerstellung das Ankereisen, das vorher in bestimmter Richtung magnetisiert war, schnell umpolarisiert wird, wodurch die Anzahl und Richtung der durch den Anker und dadurch auch durch die Wicklung gehenden magnetischen Kraftlinien sehr schnell geändert werden.

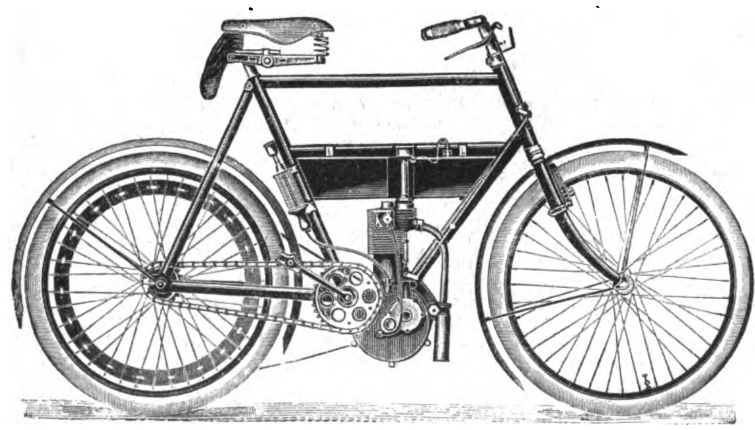


Fig. 59. Motorzweirad von Rinne.

Wird nun ein Teil der Ankerwicklung vor Beginn der Induktion kurz geschlossen, so fliesst in diesem Teil, der geringen Ohmschen Widerstand besitzt, während der Induktion ein kräftiger Strom, der seinerseits im Ankereisen ein zweites magnetisches Feld hervorruft, welches das Umpolarisieren verzögert. Unterbricht man jetzt diesen Stromkreis im geeigneten Augenblick, so verschwindet das von dem Strom hervorgerufene magnetische Feld. Hierdurch tritt im Anker ein so plötzlicher Kraftlinienwechsel ein, dass durch den hervorgerufenen Induktionsstoss die Spannung an den Enden der Ankerwicklung so hoch steigt, dass an der Zündkerze ein Funke überspringt, welcher den bisher offenen Stromkreis schliesst und die Bildung eines Lichtbogens ermöglicht. Es wird also bei dieser Zündung die hohe Spannung, welche zum Durchschlagen der Luftstrecke an der Zündkerze erforderlich ist, in der Ankerwicklung selbst durch einen Induktionsstoss, ohne Zuhilfenahme einer Transformatorspule erzeugt.

Wie aus dem Schaltungsschema (Fig. 58) zu ersehen ist, ist der Anfang der Ankerwicklung *a* mit dem Ankerkörper leitend verbunden. Nach einigen Lagen dickeren Drahtes ist eine Abzweigung gemacht, welche durch die Leitung *b* mit der vom Apparat isolierten Kontaktschraube *c* in Verbindung steht. Gegen diese Schraube *c* legt sich der mit dem Ankerkörper in Verbindung stehende Hebel *d*, sobald er durch die Unterbrecherscheibe *e* freigegeben wird. Im geeigneten Augenblick wird der Hebel *d* durch die Scheibe *e* von der Kontaktschraube *c* entfernt und dadurch der Stromkreis unterbrochen. Parallel zur Unterbrechungsstelle ist der Kondensator *f* geschaltet.

Der zweite Teil der Wicklung, aus dünnerem Draht bestehend, ist unmittelbar an den ersteren Teil angeschlossen und bildet so eine Fortsetzung desselben. Das Ende der dünnen Wicklung ist in entsprechender Weise mit dem isolierten Stift der Zündkerze verbunden, während der Körper der Kerze durch den Motor und den Apparat mit dem Ankerkörper Verbindung hat.

Auf diese Weise ist es also möglich, dass sowohl der hochgespannte Strom, welcher den Lichtbogen einleiten soll, als auch der zur Speisung des letzteren dienende Strom in einer und derselben Wicklung erzeugt wird, und hierdurch ist es auch bedingt, dass nicht nur ein Induktionsfunke wie bei der Batteriezündung entsteht, sondern ein sehr heisser lichtbogenartiger Funke, wie man ihn nur bei der Abreisszündung zu sehen gewöhnt ist. Die Wirkung dieses Funkens ist deshalb auch eine ganz andere, als bei der Batteriezündung.

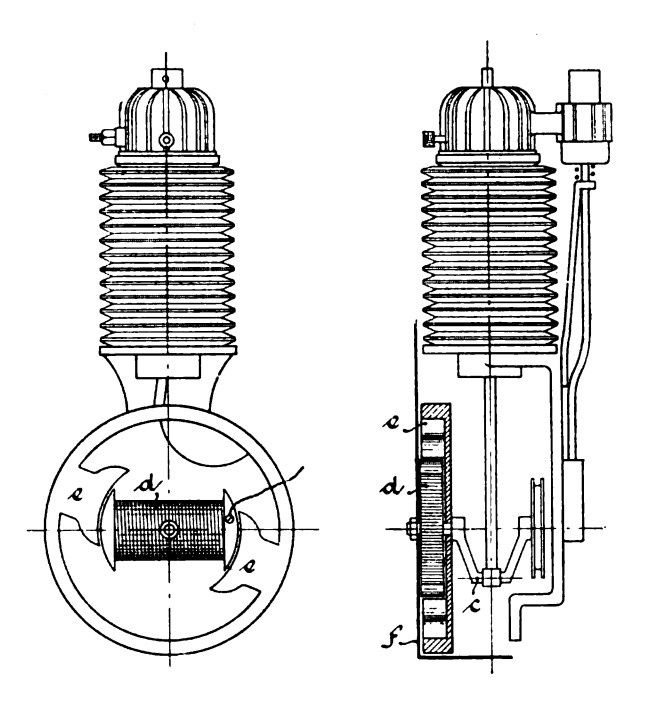


Fig. 60. Magnet-elektr. Zündung von Rinne.

Sobald Oel an die Uebergangsstelle gespritzt wird, verbrennt dasselbe mit helleuchtender Flamme.

Der Umstand, dass die gewöhnliche Zündkerze mit einer Uebergangsstelle in kurzer Zeit stark abgenützt wird, machte es erforderlich, neue Kerzen mit mehreren Uebergangsstellen zu verwenden, sodass die Abnützung sich auf diese verteilt.

Die Isolation der Kerze erfolgt durch Glimmer, während die Zentrierung des isolierten Stifts durch Specksteinkonusse erfolgt.

Die Verstellung des Zündzeitpunktes wird hier durch Verstellen des Unterbrechers ebenfalls mittels Hebel vom Sitze des Fahrers aus am Apparat selbst vorgenommen.

R. Rinne in Hamburg baut bei seinem Motorzweirad (Fig. 59) den magnet-elektrischen Zündapparat (D. R. G. M. No. 185 261) so in das Kurbelgehäuse ein, dass alle Teile desselben vor äusseren Einflüssen geschützt sind. Wie Fig. 60 zeigt, sind die Magnete *e* im Innern des auf der Kurbelwelle *c* befestigten Schwungrades untergebracht.

Der Anker *d* ist feststehend angeordnet, und zwar, um möglichst Raum zu sparen, am Schwungradgehäuse *f*, und wird von den Magnetpolen umkreist. Natürlich ist der Magnetinduktor durch Abdichtung gegen das Eindringen von Oel geschützt.

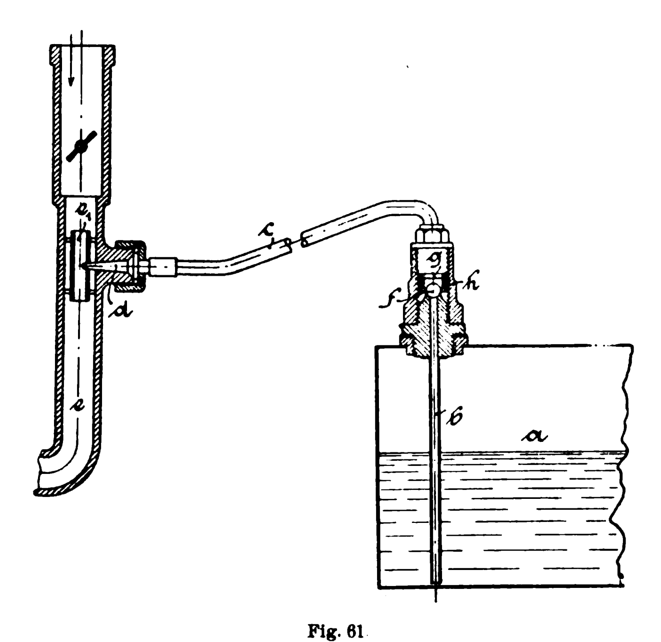


Fig. 61
Vergaser von Rinne.

Die Funkenbildung erfolgt durch Abreissen eines Kontakthebels im Motorkopf. Der Arbeitsgang ist folgender:

Beim Anlassen des Motors wird die Kurbelwelle wie gewöhnlich durch Hand- oder Fussbetrieb in Umdrehung versetzt, wodurch der elektrische Strom durch die gleichzeitige Drehung der Magnete *e* erzeugt wird, und so das in den Zylinder inzwischen eingetretene explosible Gemisch entzündet. Versuche, welche dieses Jahr mit diesem Apparat bei einer grösseren Anzahl im Betrieb befindlicher Fahrzeuge gemacht wurden, sollen günstige Ergebnisse geliefert haben. Störungen durch mangelhafte Isolation des Ankers sind nicht aufgetreten. Auch funktioniert der Kontaktgeber an der Zündkerze selbst bei 2000 Umdrehungen noch gut. Um mehr Schwungmasse und noch intensive Zündung bei geringer Umdrehungszahl zu erzielen, sind jetzt sechs Magnete in dem Schwungrad angeordnet.

Ebenso einfach ist der Vergaser (D.R.G.M. No. 187 417). Bei demselben (Fig. 61) taucht in den Benzinbehälter *a* das Steigrohr *b*, welches durch ein Rückschlagventil *f*, *g*, *h* mit dem Leitungsrohr *c* verbunden ist. Letzteres mündet mittels der Düse *d* in den Rohreinsatz e_1 des Lufteinsaugerohres *e*. Der Hub der Kugel *f* des Rückschlagventils ist durch den Draht *g* begrenzt, der von dem mittels Gewinde einstellbaren Ring *h* getragen wird.

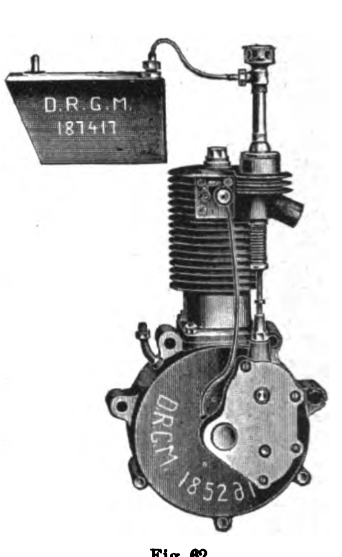


Fig. 62.
Motor mit Vergaser von Rinne.

Die Kugel wird bei jeder Ansaugperiode gehoben, und schliesst, nachdem sie die erforderliche Menge Flüssigkeit in das Rohr *c* durchgelassen hat, wieder ab. Die Flüssigkeit tritt jetzt, durch die Düse *d* zerstäubt in das Lufteinsaugrohr *e* ein, und vermischt sich innig mit der eingesaugten Luft. Zur Regulierung des richtigen Gemisches ist, wie Fig. 62 zeigt, oben am Vergaser eine Trommel mit seitlichen Löchern angebracht, welche durch Drehung verstellt werden kann. Der Kopf, auf welchem sich diese Trommel dreht, hat keilförmige Schlitze, über die sich die Luftzulasslöcher der Trommel hinwegbewegen. Je nach der Drehung der Trommel kommen deren Löcher auf breitere oder schmälere Teile der Schlitze zu liegen, und regeln so den Luftzulass. Dieser Apparat vergast in gleicher Weise Benzin, Gasolin, Spiritus, sowie Erdöl.

Der Motor leistet $1^1/_2$ PS und verleiht dem Fahrzeug eine Geschwindigkeit von 30—40 km in der Stunde. Steigungen bis zu 1 : 10 werden ohne Hilfe der Pedale überwunden.

(Fortsetzung folgt.)

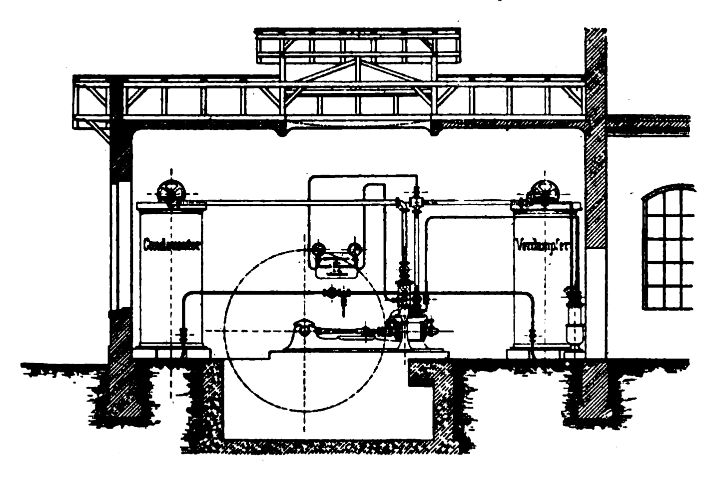
Die künstliche Kälte im Handel und Gewerbe.

Von **W. M. Lehnert.**

Das Bestreben, die schädlichen Einflüsse, welche die uns umgebende Atmosphäre auf Nahrung- und Genussmittel auszuüben vermag, hintanzuhalten, war es, welches schon die Völker des Altertums bestimmte, gewisse Grundsätze für die Beschaffenheit aller dem menschlichen Genusse dienenden Stoffe festzulegen, und müssen wir heutigen Kulturmenschen verwundert aufschauen bei der Mitteilung, dass, trotzdem das Bedürfnis, Kälte zur Konservierung der Lebensmittel heranzuziehen, als ein lange bestehendes angesehen werden muss, die Zeiten, in denen das Kältemachen aus dem Rahmen der physikalischen Experimente heraustrat und als eine bedeutungsvolle Errungenschaft der modernen Technik betrachtet wurde, nur wenige Dezennien hinter uns liegen.

Frühzeitig mühten sich zahlreiche Erfinder ab mit der Konstruktion von Maschinen und Apparaten, welche Kälte auf künstlichem Wege so billig herzustellen gestatten sollten, dass eine Konkurrenz derselben mit dem von der Mutter Natur gespendeten Produkte, Eis, möglich sei. Es entstanden zur Lösung dieser Aufgabe die Maschinen von *Carré*, *Kirk*, *Windhausen*, *Siebe*, *Tellier* u. s. w. und können wir mit Rücksicht darauf, dass alle diese Maschinen daran krankten, dass sie entweder, wie die von *Carré*, lediglich eine Vorrichtung für Eisersatz, oder die von *Windhausen*, eine solche zur Erzeugung gekühlter Luft, also Spezialmaschinen waren, von einer allgemeinen Verwendung maschineller Kälte in Handel und Gewerbe erst sprechen, nachdem Mitte der siebziger Jahre Professor *Dr. von Linde* mit seinem Systeme an die Oeffentlichkeit trat. Eingehende Studien liessen *Linde* die Vorzüge des Kompressionssystems und des Ammoniaks als Kältemedium erkennen, und darf ohne Uebertreibung behauptet werden, dass ohne ihn und die vergleichenden Versuche, welche auf seine Anregung durch eine Anzahl von Autoritäten,

wie *Zeuner*, *Schöttler*, *Schröter*, *Brauer* u. A. in einzelnen Anlagen und der Versuchsstation des Polytechnischen Vereins



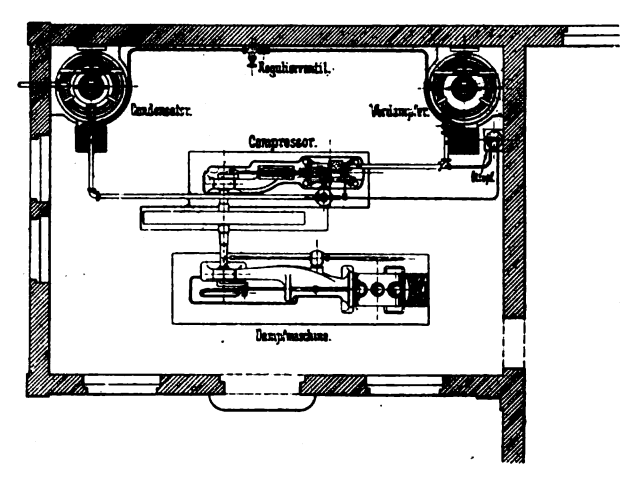


Fig. 1.
Kälteanlage nach Linde.

in München an Kältemaschinen der verschiedensten Systeme gemacht wurden, lange nicht die heutige Vollkommenheit erreicht worden wäre.

Während bis dahin die Kältetechnik unbeackertes Feld, bezw. Literatur hierüber kaum zu finden war, blühte nach diesem jenes Gefilde mächtig empor, und es ist wohl nicht unbillig, des Mannes zu gedenken, dessen Anregungen noch heute in allen Kälteerzeugungsanlagen sich finden lassen.

Eine Kälteerzeugungsanlage der modernen Technik, d. h. eine solche nach dem Kompressionssystem, beruht auf der Eigenschaft leicht flüchtiger Flüssigkeiten, bei ihrer Verdampfung die hierzu erforderliche Wärme der Umgebung zu entziehen. Da nun ein freies Verdampfenlassen des Mediums mit Rücksicht auf dessen Kostbarkeit und sonstige Eigenschaften nicht gut angängig ist, so besteht eine derartige Anlage im wesentlichen aus:

einem Verdampfer, einem Röhrenapparate, in welchem die eintretende Flüssigkeit, der Umgebung Wärme entziehend, verdampft,

einem Kompressor, einer Pumpe, welche die im Verdampfer entstandenen Dämpfe absaugt und soweit komprimiert, dass sie in einem zweiten Röhrenapparate,

einem Kondensator, durch zugeführtes kaltes Wasser in den flüssigen Zustand zurückgeführt und immer aufs neue verwendet werden kann.

In dem Verdampfer der Kühlmaschine vollzieht sich also die eigentliche Wärmeentziehung und erfolgt von hier die Kälteübermittlung auf die zu kühlenden Räume bezw. Stoffe dadurch, dass zwischen diesen und dem Verdampfer eine übertragende Flüssigkeit zirkuliert oder der Verdampfer unmittelbar als Kälteverteiler dient.

Fig. 1 zeigt in Grund- und Aufriss eine Kälteanlage nach dem *Linde*schen Systeme, bei welcher zur Kälteübertragung nach der Verwendungsstelle im Verdampfer zwischen diesem und dem Raume bezw. Stoffe zirkulierendes Salzwasser gekühlt wird. Das in die Flüssigkeitsleitung vom Kondensator zum Verdampfer eingeschaltete Regulierventil dient zur Einstellung der übertretenden Flüssigkeitsmengen, bezw. der erzeugten Kälte.

Zum Unterschiede von der Kälteerzeugung, bei welcher die Verdampfer unmittelbar in den zu kühlenden Räumen untergebracht sind, also das Kältemedium, in den Röhren verdampfend, unmittelbar der zu temperierenden Abteilung Wärme entzieht, pflegt man die Kälteübermittlung durch gekühltes Wasser als „indirekte Kühlung" zu bezeichnen, also „direkte" und „indirekte" Kühlung zu unterscheiden. Theoretisch günstiger erscheint infolge des Wegfalls des Zwischenmittels die direkte Verdampfung, und muss es in jedem Falle dem Fachmann überlassen bleiben, das System zu bestimmen. Viel gesündigt wird in Bezug hierauf mit der Bemerkung, dass namentlich bei grossen und in mehreren Stockwerken liegenden Anlagen direkte Verdampfung deshalb unmöglich wäre, weil eine Verteilung der geringen Ammoniakmengen, entsprechend der erforderlichen Kälte, nicht durchführbar sei; Hunderte gut arbeitende grössere Anlagen widersprechen dem, und werden in jedem Falle, neben der Beschaffenheit und Lage der zu kühlenden Räume, die zum Betriebe zur Verfügung stehende Zeit, die Betriebsmittel und die zu kühlenden Waren massgebende Faktoren sein. Angefügt sei nur, dass bei direkter Verdampfung die Wärmeabfuhr mit dem Stillstande der Maschine beendigt ist und bei der indirekten Verdampfung dann aufhört, wenn der in dem gekühlten Wasser aufgespeicherte Kältevorrat erschöpft ist. Die letztere Methode gewährt also die Möglichkeit, nach dem Stillsetzen der eigentlichen Kälteerzeugung die Räume noch so lange zu kühlen, als die durch Pumpen vom Verdampfer durch die Kühlsysteme beförderte Soole eine Rücklauftemperatur besitzt, welche Wärmeaufnahme gestattet.

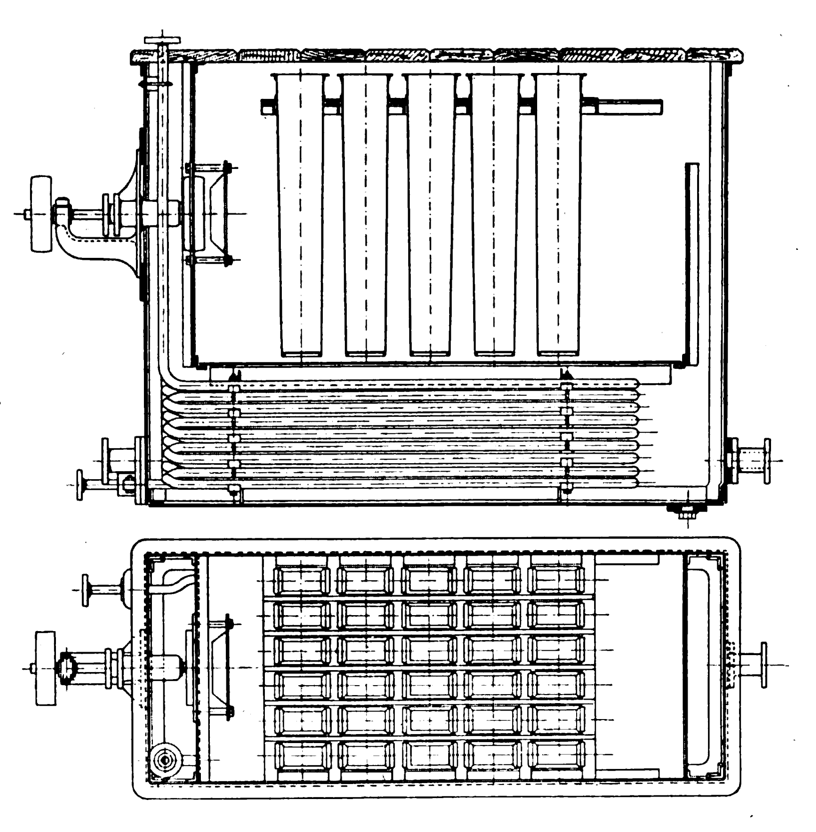


Fig. 2. Zelleneisgenerator.

Direkte Kühlung dürfte dort nicht zweckmässig sein, wo nebenbei Eiserzeugung betrieben werden soll, und hin-

sichtlich der Anlagekosten vorteilhaft nur dann sich erweisen, wenn kleine und mittlere Anlagen mit günstiger Grösse und Lage der zu kühlenden Räume in Frage kommen.

Eine Kombination der direkten mit der indirekten Kühlung ist das seitens der Gesellschaft für *Lindes* Eismaschinen in Wiesbaden angewendete Trogsystem und mit ihm namentlich für kleine Anlagen, die billig herzustellen und zu betreiben sind, viel Vorteil verknüpft. Nach übermittelten Betriebs-

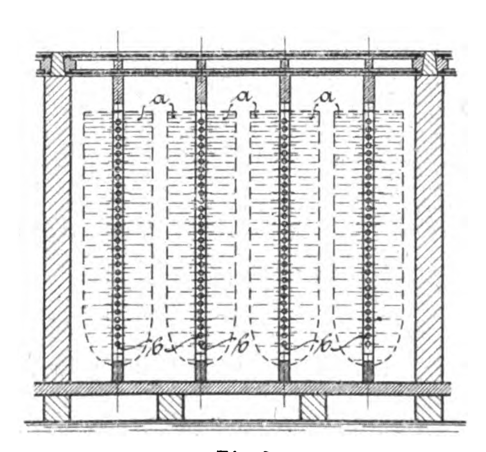


Fig. 3.
Platteneisgenerator.

beobachtungen waren zur Kühlung einer nach diesem Prinzipe eingerichteten Hotelanlage in München, welche bei 2,7 m lichte Höhe 76 qm Grundfläche umfasste, durchschnittlich täglich nur sechs Betriebsstunden erforderlich, und, mitten im Juli, während einer achtstündigen Betriebspause, in den einzelnen Abteilungen nur Temperaturzunahmen um 1, 2, 1, 3, 0,8, 1, 1,5 und 2 Grad R. zu konstatieren.

Die Herstellung künstlichen Eises, dessen Erzeugung den ersten Anlass zur Betätigung auf dem Gebiete der Kälteerzeugung gegeben hat, geschieht in Europa hauptsächlich dadurch, dass in das gekühlte Salzwasser des Verdampfers dünnwandige, mit Gefrierwasser gefüllte Gefässe eingesetzt werden (Fig. 2); in Amerika dadurch, dass die Verdampferspiralen *b* in flache Taschen, deren nicht von den Rohren beanspruchter Raum von Soole eingenommen wird, in das Gefrierwasser eingebaut werden (Fig. 3), und durch die Kältewirkung das Eis *a* in Form von Platten sich an den Taschen ansetzt.

Je nach der Grösse des Eisblockes ist die Gefrierdauer verschieden und rechnet man unter normalen Verhältnissen für Zelleneisblöcke von $12^1/_2$ kg etwa 12 Stunden, für solche von 25 kg etwa 24 Stunden; Platteneis benötigt bei Dicken bis 0,35 m und Längen bis $3^1/_2$ m 10—12 Tage. Das Abtauen der Eisblöcke von den Zellenwänden geschieht bei Zelleneisfabrikation durch Eintauchen der Zellen in warmes Wasser, bei der Platteneisfabrikation dadurch, dass entweder in die Verdampferspirale warme Ammoniakdämpfe eingeblasen werden, oder warme Salzsoole durch die Taschen zirkuliert.

Dadurch, dass das Wasser beim langsamen Gefrieren das Bestreben zeigt, Luft, Fremdkörper und sonstige in Emulsion befindliche Teile auszuscheiden, wird bei halbwegs gutem Wasser Platteneis leichter ein krystallartiges Produkt ergeben, als Block- oder Zelleneis und pflegen wir in bezug auf letzteres zwischen Trübeis, Flosseneis und Klareis zu unterscheiden, d. h. unter Trübeis und Flosseneis Produkte aus gewöhnlichem, unter Klareis ein Produkt aus destilliertem und entlüftetem Wasser zu verstehen.

Trübeis entsteht durch direktes Ausgefrierenlassen der eingesetzten Zellen und bekommt durch die im Wasser enthaltenen Unreinigkeiten und die grosse Zahl kleiner, beim Erstarren frei werdender Luftblasen ein milchiges, trübes und undurchsichtiges Aussehen.

Flosseneis, ein Erzeugnis, welches bis auf einen geringen, milchigen Kern völlig klar ist, erhalten wir aus gewöhnlichem Brunnen- oder Leitungswasser dadurch, dass wir mittels eines sogenannten Flossenmechanismus, einer Art Rüttelwerk, den Inhalt jeder Zelle während des Gefrierens entlüften. Selbstverständlich müssen hierbei gegen Ende des Gefrierprozesses die die Bewegung des Wassers bewirkenden Teile herausgezogen werden, wodurch dieser Wasserrest, 10—12 v. H., trüb ausfriert. Durch und durch klare Blöcke ergibt Absaugen jenes Wassers, und Ersatz desselben durch entlüftetes Destillat.

Klareis, das hygienisch vollkommenste, erfordert neben bester Entlüftung Kochen bezw. Destillieren des Gefrierwassers bei mindestens 120 Grad C. und können wir zu dessen Bereitung z. B. unmittelbar das entölte, niedergeschlagene und entlüftete Kondensat der Betriebsdampfmaschine verwenden, oder durch Auspuffdampf vermittels einer Destillationseinrichtung erzeugtes Wasser einfüllen u. s. w. Sein Aussehen zeigt Fig. 4.

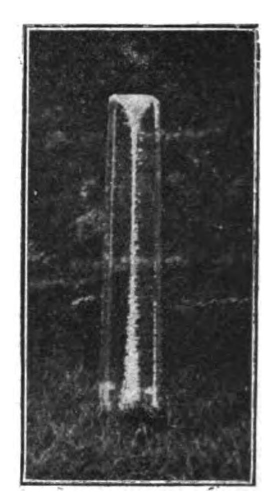


Fig. 4. Klareis.

Ein Unterschied in bezug auf den Kälteverbrauch zwischen beiden Eissorten besteht nicht und wird immer mit Rücksicht auf die verschieden lange Gefrierdauer für gleiche tägliche Produktion eine Blockeiserzeugung kleinere Anlagekosten erfordern, als eine solche für Platteneis. Als Vorteil steht zu Gunsten des letzteren die bequemere Möglichkeit der Erzeugung durchsichtigen Eises.[1]) Hierbei ist aber nicht ausser Acht zu lassen, dass keimfreies Eis nur ein Ergebnis aus Destillat sein kann. Die Produktionskosten, einschl. Abschreibung, Bedienung, Amortisation usw. sind fast einander gleich und wird es immer von dem erzielbaren Eispreise, den nötigen Gepflogenheiten, den klimatischen Verhältnissen usw. abhängen, ob und inwieweit das eine dem anderen vorzuziehen ist.

(Schluss folgt.)

---

[1]) Wir entnehmen dazu der „Allgemeinen Brauer- und Hopfenzeitung“:

„Im Laufe der letzten Jahre sind seitens der städtischen Medizinalbehörde in Dresden zahlreiche Proben von Roheis, teils aus der Elbe, teils aus anderen Wasserläufen und Teichen in der Umgegend Dresdens, aus denen hauptsächlich der Stadt Eis zugeführt wird, entnommen und auf Reinheit und Keimgehalt untersucht worden. Hierbei hat sich ergeben, dass das natürliche Eis, selbst die am reinsten befundenen Sorten davon, abgesehen von sonstigen Verschiedenheiten, ein mehr oder weniger unreines Naturprodukt ist, welches in keinem Falle unbedenklich mit Nahrungs- oder Genussmitteln in unmittelbare Berührung gebracht, oder wohl gar genossen werden darf. Denn wenn auch die darin enthaltenen zahlreichen Keime höchst wahrscheinlich keine Krankheitserreger sind, so bestehen sie doch in der Hauptsache aus Fäulniserregern, die zu einer schnellen Verderbnis der mit ihnen in Berührung kommenden Nahrungsmitteln Anlass geben. Wie die Untersuchungen weiter lehrten, erweist sich auch die Annahme, dass das Eis, wenn es augenscheinlich klar und rein erscheint, auch wirklich rein sein müsse, und daher unbedenklich genossen werden könne, als irrig. Denn eine grosse Anzahl äusserlich sehr rein erscheinender Eissorten zeigte sich bei den Untersuchungen als sehr unrein.

Kleinere Mitteilungen.

Die Sommerversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft in Stockholm.

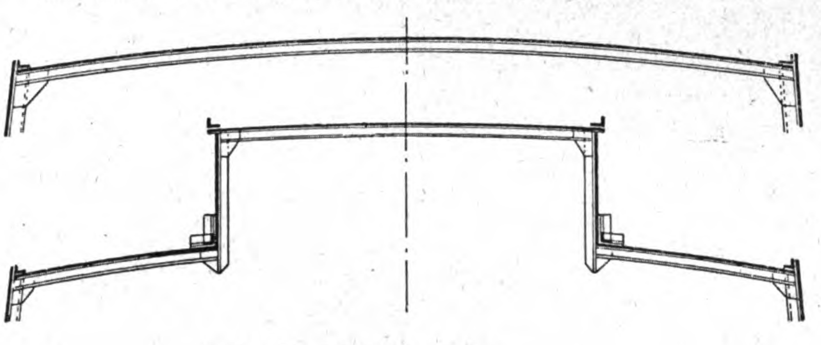
Vor dieser Versammlung fanden einige interessante Vorträge statt, über die auch hier kurz berichtet werden soll. Der erste Vortrag behandelte „Die Feststellung der Tiefladelinie", ein Gebiet, das sich zur Zeit der regsten Anteilnahme der beteiligten Fachkreise erfreut.

In dem Vortrag wurde nach Schilderung der geschichtlichen Entwicklung der englischen Tiefladelinie ausgeführt, dass diese den englischen Schiffen nicht nur keine grössere Sicherheit geschaffen, sondern sie eher geschädigt hätte; daher sei vor dem übereilten Einführen einer Tiefladelinie für deutsche Schiffe auf Grund der englischen Tiefladelinie oder theoretischer Betrachtungen und Ueberlegungen nur dringend zu warnen, und der Vorwurf, die deutschen Reedereien wären aus geschäftlichen Rücksichten Gegnerinnen eines Tiefladegesetzes gewesen, ungerechtfertigt. Der Verfasser des Vortrages stellte dann die Forderung auf, dass nur eine individuelle Tiefladelinie, d. h. eine die Schiffstypen der Gegenwart vollauf berücksichtigende, an Hand der Erfahrung geschaffen werden müsse, und dass ausserdem auch festzustellen sei, wie gering ein Schiff beladen werden dürfe.

An diesen Vortrag schloss sich eine lebhafte Erörterung an, in der verschiedene geschichtliche und sachliche Einwendungen erhoben wurden.

Es sei an dieser Stelle gleich erwähnt, dass kurze Zeit vor Verlesen dieses Vortrages von der Seeberufsgenossenschaft die Einführung einer Tiefladelinie beschlossen worden war. Diese erfüllt die in dem Vortrag gestellte Forderung einer Berücksichtigung der neueren Schiffstypen durchaus, und ist, vom sozialen und technischen Standpunkt aus, als erfreulicher Fortschritt für unsere Schiffahrt nur dankbar zu begrüssen.

Querschnitt durch das oberste Deck eines Frachtdampfers gewöhnlicher Bauart.



Trunkdeckkonstruktion.

Der zweite Vortrag behandelte: „Die gegenwärtige, unbefriedigende Vergleichsstatistik der Handelsflotten". Der Verfasser, ein im Schiffsvermessungswesen bekannter, schwedischer Ingenieur, weist darin nach, dass bei den einzelnen Seemächten ein mehr oder weniger verschiedenes Einheitsmass für die Bestimmung der Schiffsräume üblich ist, und daher die bestehenden Vergleiche der Handelsflotten der Welt ganz falsche Bilder geben. Es wird vorgeschlagen, allgemein den Bruttotonnengehalt als Grundlage für statistische Angaben zu wählen, eine gleich grosse, niedrigste Grenze für die zur Statistik heranzuziehenden Schiffe festzusetzen, und in der Statistik die Geschwindigkeit und Transportfähigkeit zu berücksichtigen.

In dem nächsten Vortrag wurde eine neue *Davit*-Konstruktion geschildert, die ein schnelleres und leichteres Ausschwingen der Boote ermöglichen soll, als die jetzt üblichen Bootsdavits. Während der neue Quadrant-Davit auf einer Reihe von Passagier- und Frachtdampfern zur Einführung gelangt ist, hat ihn die deutsche Kriegsmarine abgelehnt, weil er zu schwer sei, zu viel Raum beanspruche und das Boot an den Enden hebe. Der anwesende Erfinder versuchte dann diese Einwendungen der deutschen Kriegsmarine zu entkräften.

Wir hoffen unseren Lesern bald diese neue Davitkonstruktion, die fraglos gegen die jetzt gebräuchliche manchen Vorteil aufweist, in Bild und Skizze bringen zu können.

Der dann folgende Vortrag bot einen interessanten Ueberblick über die verschiedenen Abgabenerhebungen in den Staats- und Kommunalhäfen von Deutschland, Frankreich, Russland, Belgien, Holland, Dänemark und England, sowie über die für diese Verhältnisse in Betracht kommenden Gesichtspunkte.

Der nächste Vortrag behandelte die Trunkdeckdampfer. Die Bauart dieser Schiffe, die nur zum Gütertransport dienen, weicht der Hauptsache nach insofern von der gewöhnlicher Frachtdampfer ab, als das oberste freie Deck auf etwa $^{8}/_{10}$ der Länge die in obenstehender Skizze veranschaulichte Form hat. Den Trunkdeckdampfern werden besondere Vorzüge nachgerühmt, wie grössere Festigkeit als die jetzt allgemein üblichen Frachtdampferbauten, ausgezeichnete Seefähigkeit, durch das sichere mittschiffs von vorn bis achtern durchlaufende Deck, die geschützte Lage aller Luken, Decksöffnungen, Niedergänge und Decksmaschinerien, die auf dem erhöhten Trunkdeck stehen, die bequeme und gefahrlose Beförderung von Deckslasten, die zwischen Trunkseite und Reeling aufgestapelt und festgezurrt werden können, die Unmöglichkeit des Ansammelns grösserer Wassermassen an Deck, grosse, freie Laderäume und Schutz gegen das Uebergehen der Ladung.

Der letzte Vortrag brachte sodann die Schilderung eines automatischen Loggregistrierapparates. Das Instrument dient dazu, mittels elektrischen Kontaktes die von dem auf Reeling sitzenden Patentloggmeilenzeiger angezeigten, durchlaufenen Seemeilen nach einem im Kartenhaus aufgestellten Apparat zu übertragen. Dieser Apparat locht nun durch einen Stift in einen ununterbrochen abrollenden Papierstreifen die durchlaufenen Meilen. Als Stromerzeuger für die erforderliche elektrische Energie dienen Trockenelemente. Der Apparat kann auch dazu verwandt werden, durch ein Alarmsignal aufmerksam zu machen, wenn eine bestimmte Anzahl Seemeilen durchlaufen ist.

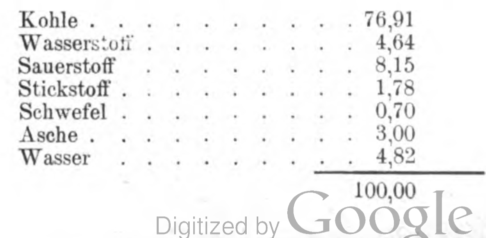
Die überaus glänzende und freundliche Aufnahme der Schiffbautechnischen Gesellschaft in Schweden bot ein beredtes Zeugnis für die Wertschätzung, deren sich die deutsche Schiffbauindustrie im Auslande erfreut.

Verkokung von Torf auf elektrischem Wege.

Ueber den von *Jebsen* erfundenen Prozess der elektrischen Torfverkokung, welcher in einer Versuchsanlage in Stangfjorden (Norwegen) seit etwa drei Jahren erfolgreich fabrikmässig betrieben wird, entnehmen wir dem Western Electrician nachstehendes:

Das gewöhnliche Verfahren der in Europa an mehreren Stellen vorhandenen Torfbrikettfabriken besteht darin, dass Torf in grossen Blöcken gestochen, darauf an der Sonne getrocknet und dann in Brikettform gepresst wird. In manchen Fabriken folgt auf die Trocknung an der Sonne eine weitere Entwässerung durch erhitzte Luft. Der Feuchtigkeitsgehalt, von 70—85 v. H., welchen der frischgestochene Torf aufweist, wird hierdurch auf 15—20 v. H. herabgesetzt. Um mit solchen Briketts die gleiche Heizwirkung wie mit guter Kohle zu erzielen, ist die 1,6 fache Menge künstlich getrockneten Torfes und die 3,5 fache Menge nur in der Sonne getrockneten Torfes erforderlich. Das Raumgewicht künstlich getrockneter Briketts ist nahezu dasselbe wie das von Kohle. Solche Briketts enthalten 45 v. H. Kohlenstoff, 1,5 v. H. Wasserstoff, 28,5 v. H. chemische Bestandteile und 25 v. H. Wasser; sie sind nahezu frei von Asche. Der Aschengehalt von dem nur an der Sonne getrockneten Torf kann 1,5—50 v. H. betragen; ein Aschengehalt von mehr als 25 v. H. macht den Torf für praktische Verwendung wertlos.

Der hauptsächliche Mangel dieser gewöhnlichen Brikettfabrikation liegt darin, dass die in dem Torf enthaltenen wertvollen Stoffe wie Paraffin und Kreosot verloren gehen und dass die künstliche Trocknung teuer ist. Von den zahlreichen Patenten, welche eine gleichzeitige Verwertung der Nebenprodukte gestatten, scheint das *Jebsen*sche Verfahren die günstigsten Aussichten zu haben. Dies Verfahren besteht darin, dass der Torf bis zu einem gewissen Grade getrocknet und dann in Retorten unter Luftabschluss durch elektrische Erhitzung verkokt wird. Die so erhaltene Torfkohle hat eine gleichmässige Struktur, ergibt eine lange intensive Flamme und hinterlässt sehr wenig Russ und Asche; ihr Heizeffekt beträgt 7500 Kalorien. Die Zusammensetzung ergab sich nach Untersuchungen der Kgl. Norwegischen Hochschule in Christiania wie folgt:



Kohle	76,91
Wasserstoff	4,64
Sauerstoff	8,15
Stickstoff	1,78
Schwefel	0,70
Asche	3,00
Wasser	4,82
	100,00

Zu der vor der Verkokung erforderlichen Trocknung des Torfes werden die den Retorten entströmenden Gase verwendet, nachdem sie vorher durch Vermischung mit Luft unter die Entflammungstemperatur des Torfes (130° C.) abgekühlt sind. Die Gasausbeute ist eine reichliche und beträgt 31,4 cbm für 100 kg besten Torfes. Durch diese heissen Gase lässt sich bei einer Temperatur von 100—130° C. und unter Verwendung von Ventilatoren der Feuchtigkeitsgehalt von 24 t frisch gestochenen Torfes in 24 Stunden von 85 v. H. auf 25 v. H. erniedrigen, ohne das hierdurch nennenswerte Kosten entstehen.

Der Verlauf der eigentlichen Fabrikation ist folgender: Der Torf wird von den Stichen aus zu Schiff nach der Fabrik gebracht und durch entsprechende Fördereinrichtungen aus den Schiffen in die Vorratsräume emporgehoben; dort wird er geknetet und in Stücke von etwa 7,6 × 7,6 × 76 cm gepresst, welche rund 2,25 kg wiegen. Diese Briketts werden auf Karren langsam durch einen Tunnel gefahren, in welchen auf 100° C. erhitzte Luft eingeleitet wird, und sodann am Ende des Trockenraumes durch Aufzüge zu dem Retortenraum befördert. Die Retorten selbst sind zylindrische Eisengefässe, welche oben und unten mit Flanschen und luftdicht schliessenden Deckeln versehen und innen mit Asbest oder feuerfesten Ziegeln ausgekleidet sind. Auf der Innenseite dieser Auskleidung sind Heizspiralen angeordnet, welche von elektrischem Strom durchflossen werden und so die in ihnen erzeugte Wärme gleichmässig und ohne nennenswerte Verluste auf die Torfmasse übertragen. Die Temperatur, welche zum Verkoken erforderlich ist, liegt zwischen 400 und 500° C.; die Zeitdauer des Prozesses richtet sich nach der Güte des Torfes und nach seinem Wassergehalt.

In 100 Teilen luftgetrockneten Torfes sind enthalten 33 v. H. Torfkohle, 4 v. H. Teer, 40 v. H. Teerwasser und 23 v. H. Gas. Der Teer wird vom Wasser durch Erhitzen getrennt, mit schwefliger Säure behandelt und dann gewaschen. Hierbei erhält man 35 v. H. Torföl, 55 v. H. „Paraffinmasse“, 4 v. H. Kokes und 4 v. H. Gas. Die Paraffinmasse ergibt bei weiterer Behandlung 20 v. H. reines Paraffin und 75 v. H. Filteröl; das Filteröl enthält noch Beimengungen von Torföl und wird nach Abscheidung des Kreosots als Gasöl auf den Markt gebracht.

Die Art der Erzeugung des elektrischen Stromes richtet sich naturgemäss nach den örtlichen Verhältnissen. In der Stangfjordener Anlage stehen z. B. Wasserkräfte zur Verfügung, wodurch die Kosten der elektrischen Energie sehr niedrig zu stehen kommen. Wo die Natur solche Hilfsmittel nicht bietet, kann das erzeugte Torfgas entweder als Kesselfeuerungsmaterial oder unmittelbar zum Betriebe von Gasmotoren verwendet werden. Die Anlagekosten für eine Fabrik mit einer jährlichen Leistungsfähigkeit von 10500 t sollen sich einschliesslich 10000 Dollar (40200 Mk.) Betriebskapital auf 80500 Dollar (322500 Mk) stellen.

Bücherschau.

Mehrphasige elektrische Ströme und Wechselstrommotoren. Von *Sylanus P. Thompson*, Professor der Physik an der technischen Hochschule der Stadt und Gilden von London. Zweite Auflage. Uebersetzt von *K. Strecker* und *F. Vesper*. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen und 15 Tafeln. Halle, 1902. Wilhelm Knapp.

Die zweite Auflage der deutschen Uebersetzung hat, soweit dies aus dem ersten Hefte ersehen werden kann, eine der Entwicklung der Wechselstromtechnik entsprechende Erweiterung erfahren, wobei besonders hervorzuheben ist, dass die Uebersetzer, bei der Besprechung der Maschinen, abweichend vom englischen Originale, Konstruktionen deutscher Firmen zur Vorführung bringen, wodurch sich das Studium, da letztere Typen den Lesern geläufiger sind, wesentlich erleichtert. Die bekannte einfache und eindringliche Schreibweise des englischen Verfassers wurde von den Uebersetzern beibehalten, so dass auch hier die grossen Vorzüge des englischen Originales aufrecht erhalten sind. Ueber die Vorzüge der Werke des englischen Verfassers weitere Worte zu verlieren ist wohl überflüssig, da sie in Fachkreisen bereits allseitig anerkannt und als Muster einfacher und dabei gründlicher Darstellungsweise hingestellt sind. Halten die Fortsetzungen dieses Buches das, was das erste Heft verspricht, so steht es ausser allem Zweifel, dass sich die zweite Auflage der gleichen Beliebtheit, wie die erste erfreuen wird. *A. P.*

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Bd. 4. *Die Baumaschinen.* Zweite Abteilung: Vorrichtungen und Maschinen zur Herstellung von Tiefbohrlöchern. Das Abbohren von Schächten. Gesteinsbohrmaschinen. Schräm- und Schlitzmaschinen. Tunnelbohr- und Treibmaschinen. Die elektrische Mienenzündung. Bearbeitet von *G. Köhler*, *W. Schulz* (†), *L. Bräuler* und *K. Zickler*. Unter Mitwirkung von *L. Franzius*, herausgegeben von *F. Lincke*. Zweite, vermehrte Auflage, Leipzig 1903, Wilhelm Engelmann. 489 S. 8° mit 367 Fig. und 18 Taf. Preis 20 Mk.

Die Gesetze der Knickungs- und der zusammengesetzten Druckfestigkeit der technisch wichtigen Baustoffe. Bearbeitet von Prof. *L. von Tetmajer*. Leipzig und Wien 1903. Franz Deuticke. 211 S. 8° mit 19 Abb. und 6 Taf. Preis 9 Mk.

Die industriellen Unternehmungen der Stadt Zürich, gewidmet den Teilnehmern an der 43. Jahresversammlung des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern. Zürich 1903. Hofer & Co.

Das System Visintini, sowie einige Versuche mit diesen Gitterbalken aus Eisenbeton. Wien und Zürich 1903. Visintini & Weingärtner.

Durchschnittspreise für Akkordarbeiten in Maschinenfabriken. Kalkulations-, Hand- und Nachschlagebuch für den praktischen Maschinenbauer. Von *Christian Cremer*. 3. Auflage. Duisburg 1903. Joh. Ewich. Preis 5 Mk.

Die Kriegsflagge. Nachschlagebuch für die Brandenburgisch-Preussisch Deutsche Kriegsflotte, die Flotten des Deutschen Reiches und Schleswig-Holsteins 1848—1852. Bearbeitet von *Franz Eisenhardt*. Berlin 1904. Hermann Feyl & Co.

Welche naturwissenschaftlichen Kenntnisse braucht der moderne Kaufmann? Von *G. Looss*. Leipzig 1903. L. Huberti. Preis 2,75 Mk.

Die Metallographie im Dienste der Hüttenkunde. Von Prof. *E. Heyn*. Freiberg i. S. 1903. Graz & Gerlach. 43 S. 8° mit 26 Fig. Preis 1 Mk.

Ueber die Bedeutung der Freiberger Bergakademie für die Wissenschaft des 18. und 19. Jahrhunderts. Antrittsrede, gehalten bei Uebernahme des Rektorats der Bergakademie am 25. Juli 1903. Von Prof. *A. Ledebur*. Freiberg i. S. 1903. Graz & Gerlach. 31 S. 8° mit 16 Bildnissen.

Rechnen mit dem Rechenschieber nach dem Dreiskalensystem der Firmen *Dennert & Pape*, *A. W. Faber*, *Vestler* u. A. Herausgegeben von *Rudolf Krause*. Mittweida. Polytechnische Buchhandlung (R. Schulze.)

Messungen an elektrischen Maschinen. Apparate, Instrumente, Methoden, Schaltungen. Von *Rudolf Krause*, Ingenieur. Berlin 1903 Julius Springer. 158 S. 8° mit 166 Abb. Preis 5 Mk.

Grundgesetze der Mechanik und ihre Anwendung in der Maschinentechnik. Leichtverständliche Darstellung zum Gebrauche in Gewerbe-, Fach-, Fortbildungs- usw. Schulen und zum Selbstunterricht. Von *Ernst Rehbein*, Ingenieur und Lehrer. Leipzig, Moritz Schäfer.

Uhlands Kalender für Maschineningenieure für 1904. 30 Jahrgang Stuttgart 1903 Arnold Bergstässer.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Charlottenburg.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 41. Berlin, 10. Oktober 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Preise für **Anzeigen:** 1 mm Höhe 1 spaltig (48 mm Breite): 10 Pf., 2 spaltig (96 mm Breite): 20 Pf., 3 spaltig (144 mm Breite): 30 Pf., 4 spaltig (192 mm Breite): 40 Pf. Bei 6, 13, 26, 52 maliger Wiederholung 10, 20, 30, 40 Prozent Rabatt. **Beilagen** bis 20 Gramm 30 Mark netto. — Anzeigen und Beilagen nehmen an: die Verlagshandlung Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2 und sämtliche Annoncen-Expeditionen.

Die störenden Bewegungen der Lokomotive unter Berücksichtigung der auftretenden Reibungswiderstände.[1]

Von Dipl.-Ingenieur **Karl Wolters**, Hannover.

Eine Lokomotive kann im Sinne der Mechanik als eine Massengruppe aufgefasst werden; die Bewegungen einer solchen werden durch sechs Gleichungen bestimmt, und zwar bestimmen drei die Bewegungen des Schwerpunktes in Richtung der drei Koordinatenachsen und die andern drei die Drehungen der Massengruppe um die drei Hauptachsen. Nehmen wir nun die Lokomotive gleichförmig bewegt auf der Bahn an, dann können wir mit derselben ein ebenso bewegtes Koordinatensystem, das nur an der Verschiebung des Schwerpunktes teilnimmt, und ein bewegliches, das mit der Lokomotive zugleich die Bewegungen derselben mitmacht, verbinden; die erste der drei Achsen des gleichförmig bewegten Koordinatensystemes legen wir parallel der Geleismitte und dies möge die X-Achse sein (vergl. Fig. 1); die zweite legen wir quer zur Lokomotive, senkrecht zur X-Achse und bezeichnen sie als Y-Achse; die Z-Achse legen wir dann senkrecht zu beiden, damit lotrecht auf der Bahn stehend. Der gemeinsame Schnittpunkt aller drei Achsen, das ist zugleich der Koordinatenanfangspunkt, möge der Schwerpunkt des auf den Federn ruhenden Teiles der Lokomotive sein. Das bewegliche Koordinatensystem möge die Achsen X_1, Y_1 und Z_1 haben, und diese mögen als freie Drehachsen der Lokomotive gelten, d. h. die Zentrifugalmomente mögen auf sie bezogen den Wert = 0 haben; für den Ruhezustand der Lokomotive sollen die Achsen dieses beweglichen Koordinatensystemes mit denen des gleichförmig bewegten zusammenfallen. Wie wir später nun sehen werden, rufen vor allem die durch die Konstruktion der Dampfmaschine bedingten Kräfte besonders drehende Bewegungen um die drei Achsen hervor, und in wie weit die Reibung imstande ist, diese Bewegungen und auch Drehungen um beliebige andere Achsen vollständig zu beseitigen oder auch nur zu schwächen, soll im folgenden näher untersucht werden.

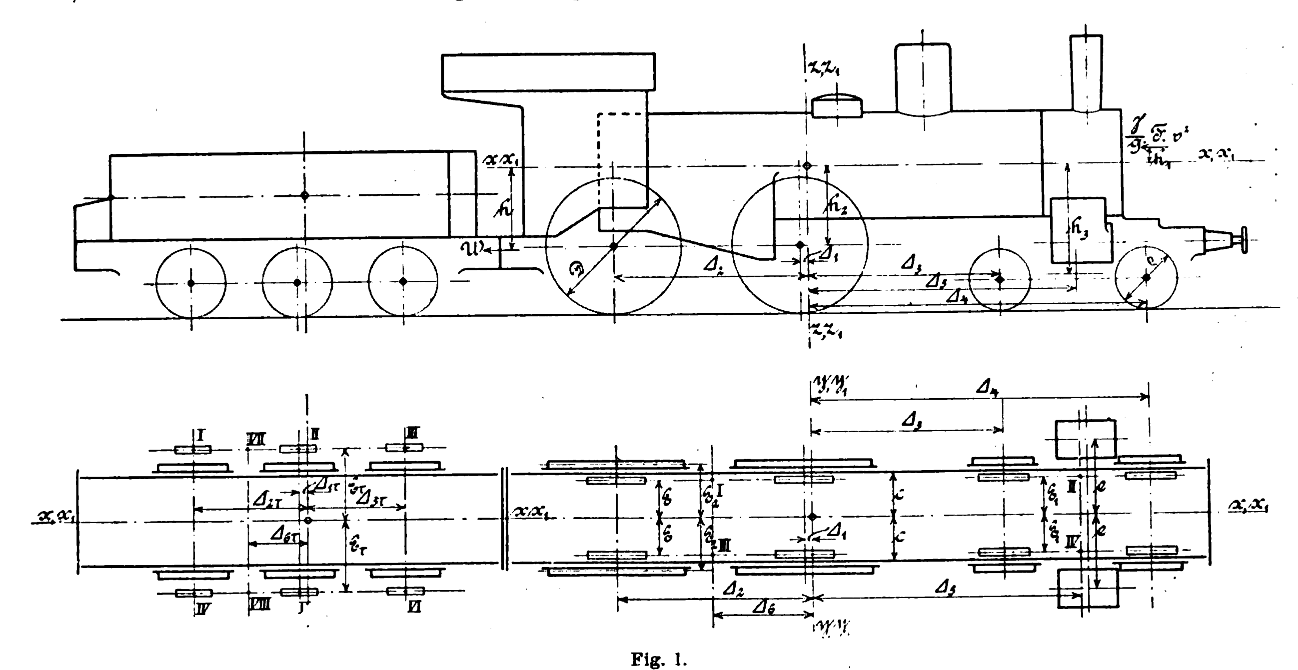


Fig. 1.

Als Einheiten sind, wenn nicht besonders angegeben, für die Länge das Meter, für das Gewicht das Kilogramm und für die Zeit die Sekunde gewählt. Die beim Blick in Richtung der Achsen zum Nullpunkt hin sich als rechts drehend ergebenden Momente sind ferner positiv, die links drehenden negativ bezeichnet und die Kräfte in Richtung der Achsen vom Nullpunkt aus positiv und umgekehrt negativ in Rechnung gestellt.

Bezeichnen nun für das gleichförmig bewegte Koordinatensystem

$\Sigma X \; \Sigma Y \; \Sigma Z$ die Summe aller in Richtung der drei Achsen wirkenden Kräfte,

$x_0 \; y_0 \; z_0$ die Koordinaten des Schwerpunktes bezogen auf dieses Koordinatensystem,

[1]) Die Anregung zu dieser Untersuchung ist mir durch Herrn Geheimen Regierungsrat Professor *Frank* an der Technischen Hochschule zu Hannover gegeben, der mir vorstehende Frage zum Zwecke meiner Doktorarbeit gestellt hat.



$x\ y\ z$ die Koordinaten eines beliebigen Punktes, gemessen parallel den betreffenden Achsen,

$J_1\ J_2\ J_3$ die Trägheitsmomente (= Summe aller Massenteilchen $\times$ Quadrat des Abstandes von der Achse) bezogen auf die drei Achsen. Dabei sind diese als konstant angenommen, d. h. die kleinen Aenderungen infolge des verschiedenen Abstandes der beweglichen Teile sind nicht berücksichtigt;

$\varphi\ \chi\ \psi$ die Winkelgeschwindigkeiten um die drei Achsen;

$\beta\ \xi\ \zeta$ die Winkel der Drehung um die drei Achsen;

$\mathfrak{M}_x\ \mathfrak{M}_y\ \mathfrak{M}_z$ die Summe der statischen Momente bezogen auf die drei Achsen;

ferner M die Masse der Lokomotive mit Ausschluss der Achsen = Gewicht : 9,81 und m die Masse eines beliebigen Massenteilchens, dann lauten die sechs Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma X &= M \cdot \frac{d^2 x_0}{dt^2} = \Sigma\, m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} \\ \Sigma Y &= M \cdot \frac{d^2 y_0}{dt^2} = \Sigma\, m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \\ \Sigma Z &= M \cdot \frac{d^2 z_0}{dt^2} = \Sigma\, m \cdot \frac{d^2 z}{dt^2} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad 1).$$

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{M}_x &= J_1 \cdot \frac{d\varphi}{dt} - (J_2 - J_3) \cdot \chi \cdot \psi \\ \mathfrak{M}_y &= J_2 \cdot \frac{d\chi}{dt} - (J_3 - J_1) \cdot \psi \cdot \varphi \\ \mathfrak{M}_z &= J_3 \cdot \frac{d\psi}{dt} - (J_1 - J_2) \cdot \varphi \cdot \chi \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 2).$$

Setzen wir nun voraus, dass die rotierenden Massen vollständig und der Massendruck der hin- und hergehenden Teile zu $^1/_n$ ausgeglichen sei, dann kommen für den von den Federn getragenen Teil einer ruhig auf der Bahn stehenden Lokomotive als Kräfte in Betracht:

1. das Gewicht dieses Teiles,
2. die statische Spannkraft der Federn.

Würde sich die Lokomotive aber gleichförmig auf der Bahn bewegen, dann kommen die folgenden während der gleichförmigen Bewegung konstanten Kräfte weiter in Frage nämlich:

3. der Widerstand des zu ziehenden Zuges,
4. der Luftwiderstand der Lokomotive,
5. der konstante Teil der Pressungen der Trieb- und Kuppelachslager gegen die Achsgabeln,
6. die Pressungen gegen den Drehzapfen des Drehgestells oder gegen die Führungsbüchsen der Laufachse.

Sodann haben wir noch veränderliche Kräfte, die, da sie sich nicht zu Null ergänzen, und da ihre Momente auch nicht den Wert Null ergeben, die störenden Bewegungen hervorrufen; dieses sind:

7. die Pressungen der Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen,
8. der Massendruck der nicht ausgeglichenen hin- und hergehenden Teile;

diese Kräfte können jedoch in ihrer vollen Grösse nicht zur Wirkung kommen, sondern daran hindern sie die folgenden, die erst durch das Bestreben der Bewegung oder durch sie selbst hervorgerufen werden:

9. die Reibung der Teile, auf denen die Bewegungen stattfinden, vor allem die Reibung an den Achsgabeln, die Reibung an den Gleitflächen am Drehgestell oder der Laufachse, die Reibung der Räder auf den Schienen, an der Berührungsfläche mit dem Tender usw., sodann die Reibung der einzelnen Blattfedern aufeinander;
10. eine Komponente des Zugwiderstandes am Koppelbolzen mit dem Tender;
11. der Widerstand des Kreuzkopfes, vor allem bei Drehungen um die X-Achse;
12. die durch Lagenänderung hervorgerufenen Federkräfte.

I. Bestimmung der Kräfte 1) bis 11).

Die Anteile, welche diese Kräfte 1) bis 11) zu den Gleichungen 1) und 2) stellen, bestimmen sich nun in folgender Weise: wir legen als Beispiel der Untersuchung eine Personenzuglokomotive mit vorderem Drehgestell zu Grunde, bei der die Treib- und Kuppelachsfedern mit einander durch Längsbalanzier oder Winkelhebel auf gleiche Spannung gebracht sind, und bei der ebenso die beiden Federn des Drehgestells gleiche Spannung zeigen; jedoch passen die Entwicklungen für jede Lokomotive, wenn man statt dieser Annahmen die dort vorhandenen Einrichtungen zu Grunde legt. Weiter mögen die wagerecht gelagerten Zylinder aussen und vor der Treibachse sich befinden und mögen einander gleich sein, d. h. wir mögen es mit einer Zwillingslokomotive zu tun haben, die rechte Kurbel möge der linken voreilen und die Federn der Treib- und Kuppelachse und der beiden Laufachsen je gleich stark sein und gleiche Abmessungen zeigen. Ferner ist die zum Zusammendrücken einer Feder nötige Kraft der Zusammendrückung proportional; die Zahl, mit welcher man die Zusammendrückung einer Feder multiplizieren muss, um die zusammendrückende Kraft zu erhalten, heisst der Starrheitskoeffizient.

a) Kräfte 1). und 2).

Bezeichnet nun[2])

G das Gewicht des auf den Federn ruhenden Baues der Lokomotive einschliesslich des Wassers im Kessel,

$\varDelta_1$ den wagerechten Abstand des Schwerpunktes des auf den Federn ruhenden Baues von der Treibachse,

$\varDelta_2$ den wagerechten Abstand des Schwerpunktes von der Kuppelachse,

$\varDelta_3$ den wagerechten Abstand von der hinteren Achse des Drehgestells,

$\varDelta_4$ den wagerechten Abstand des Schwerpunktes von der vorderen Achse des Drehgestells,

$\varDelta_5$ den wagerechten Abstand des Schwerpunktes vom Drehzapfen des Drehgestells, da dieser meist in der Mitte des Drehgestells liegt, so ist

$$\varDelta_5 = \frac{\varDelta_3 + \varDelta_4}{2};$$

$\varDelta_6$ den wagerechten Abstand vom Drehpunkt des Ausgleichhebels

$$= \frac{\varDelta_1 + \varDelta_2}{2};$$

$2 \cdot \varepsilon$ die Entfernung der Federn der Treib- und Kuppelachse einer Seite von den Federn der anderen Seite,

$2 \cdot \varepsilon_1$ die Entfernung der Federn des Drehgestells von einander,

s_t die Zusammendrückung der Federn der Treib- und Kuppelachse,

s_d die Zusammendrückung der Federn des Drehgestells,

k_t den Starrheitskoeffizienten der Federn der Treib- und Kuppelachse,

k_d den Starrheitskoeffizienten der Federn des Drehgestells, wenn jede Achse an jeder Seite eine besondere Feder hat,

dann haben wir, weil der Schwerpunkt vor der Triebachse liegt, für die ruhig auf der Bahn stehende Lokomotive die Gleichgewichtsbedingungen:

$$\left.\begin{aligned} G &= 4 \cdot s_t \cdot k_t + 4 \cdot s_d \cdot k_d \\ 4 \cdot \varDelta_6 \cdot s_t \cdot k_t &= 4 \cdot \varDelta_5 \cdot s_d \cdot k_d \\ \varepsilon \cdot 2 \cdot s_t \cdot k_t + \varepsilon_1 \cdot 2 \cdot s_d \cdot k_d &= \varepsilon \cdot 2 \cdot s_t \cdot k_t + \varepsilon_1 \cdot 2 \cdot s_d \cdot k_d \end{aligned}\right\} \quad . \quad 3).$$

daraus folgt

$$\left.\begin{aligned} G &= 4 \cdot (s_t \cdot k_t + s_d \cdot k_d) \\ \varDelta_6 \cdot s_t \cdot k_t &= \varDelta_5 \cdot s_d \cdot k_d \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 4).$$

während die dritte Gleichung identisch erfüllt ist. Dieselben Gleichungen gelten auch für den Fall, dass sowohl das Drehgestell, wie auch die beiden Hinterachsen an jeder Seite nur eine Längsfeder besitzen.

b) Kräfte 3). bis 6).

Bewegt sich nun die Lokomotive vom Dampf getrieben auf der Bahn, dann kommen, wenn wir von den störend wirkenden Kräften noch absehen, die mit den Nummern 3). bis 6). bezeichneten Kräfte noch hinzu. Bezeichnet nun

[2]) Eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten Bezeichnungen und deren Zahlenwerte für die als Beispiel gewählte Lokomotive findet sich am Schluss.

W den Widerstand des zu ziehenden Zuges, gemessen durch die Beanspruchung des Kuppelbolzens zwischen Tender und Maschine,
D den Triebraddurchmesser,
γ das spezifische Gewicht der Luft,
g die Erdbeschleunigung $= 9{,}81$,
F die Fläche der Lokomotive, projiziert auf die Y-Z-Ebene,
v die Fahrgeschwindigkeit der Lokomotive,
h den Vertikalabstand des Schwerpunktes des auf den Federn ruhenden Teiles der Lokomotive über der Tenderkupplung,
h_1 den Vertikalabstand vom Schwerpunkt der Fläche F,
h_2 den Vertikalabstand von der Achsmitte der Triebräder,
h_3 den Vertikalabstand vom Drehzapfen des Drehgestells,
$K = K_1 = K_2$ den numerischen Wert der Triebkraft seines Kolbens, d. h. den Unterschied des Dampfdruckes auf die Vorder- und Rückseite,
ϑ' bezw. ϑ'' den Massendruck der rechten bezw. linken Maschine,
P' bezw. P'' die konstant angenommene Kolbenstangenkraft der rechten bezw. linken Maschine, und zwar können wir sie mit Rücksicht auf den Massendruck konstant annehmen, weil dieser bei der später vorausgesetzten Fahrgeschwindigkeit diesen Ausgleich etwa schafft. Diese Werte sind ferner positiv, wenn der Kolben sich vom Schwerpunkt aus in Richtung der Fahrt bewegt, und negativ bei rückläufigem Kolben,
N' bezw. N'' die lotrechte Pressung des Kreuzkopfes gegen seine Führungen für die rechte und linke Maschine,
μ die hin- und hergehenden Massen des Kolbens, der Kolbenstange $+ \, ^2/_3$ Schubstange,
$\mathfrak{v}$ die Geschwindigkeit im Kurbelkreis,
α den Winkel der voreilenden rechten Kurbel mit der Horizontalen, gemessen in Quadrantenfolge (Fig. 2),

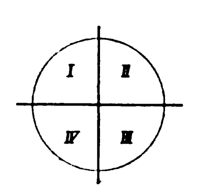


Fig. 2.

r den Kurbelradius,
L die Länge der Schubstange,
$2 \, . \, e$ die Entfernung der Zylindermitten von einander,
$2 \, . \, c$ die Entfernung der Rahmenmitten von einander,
T_t die Reibung der gleich belasteten Triebräder auf den Schienen für ein Rad,
T_k die Reibung der gleich belasteten Kuppelräder auf den Schienen für ein Rad,
λ den Winkel der Schubstange mit der Zylinderachse,
$\varkappa$ den Zapfendruck zur Ueberwindung des Rollwiderstandes und der Lagerreibung am Drehgestell,
Q das Gewicht der nur an der Verschiebung teilnehmenden Teile des Drehgestells + Gewicht seiner Belastung,
Q_1 das Gewicht der nur an der Rollbewegung teilnehmenden Teile des Drehgestells, d. h. hauptsächlich der Radsätze,
f die Reibungsziffer für geschmierte Flächen,
f' die Reibungsziffer für Lager,
i den Hebelarm der rollenden Reibung für die Räder des Drehgestells,
δ den Zapfendurchmesser der Laufräder des Drehgestells,
ϱ den Halbmesser der Laufräder des Drehgestells,

damit ist das Moment des Zugwiderstandes bezogen auf die Y-Achse;

$$= + \, W \, . \, h \quad \ldots \ldots \quad 5).$$

Ferner haben wir das Moment des Luftwiderstandes auf dieselbe Achse bezogen von der Grösse

$$= - \, h_1 \, . \, \frac{\gamma}{g} \, . \, F \, . \, v^2 \quad \ldots \ldots \quad 6).$$

negativ, weil in den meisten Fällen der Schwerpunkt der Fläche höher als der Schwerpunkt des auf den Federn ruhenden Teiles der Lokomotive liegt.

Die Pressungen der Triebachse gegen die Achsgabeln erhalten wir nun, wenn wir von der Triebkraft des Kolbens ausgehen. Diese setzen wir als konstant = der mittleren Dampfkraft voraus. Dann denken wir uns zunächst die Lokomotive an ihren vier Ecken aufgehängt und die Reibung an den Schienen etwa durch einen Bremszaun ersetzt, sodass wir dieselben Vorgänge wie bei der Fahrt haben, nur dass die Reibung keine nach aussen wirkende Kraft noch ein Moment erzeugt. Treibend wirkt dann am Kolben die Dampfkraft K, dieser wird das Gleichgewicht gehalten von der Kolbenstangenkraft P, ferner von dem Massendruck der zu beschleunigenden Massen, der bekanntlich die Grösse hat

$$\vartheta = \frac{\mu \, . \, \mathfrak{v}^2}{r} \, . \left[\left(1 - \frac{1}{n} \right) . \cos \alpha + \frac{r}{L} \, . \cos 2 \, \alpha \right] \quad 7).$$

und schliesslich von den einzelnen Bestandteilen der Reibung; dahin gehören vor allem die Reibung an den Kolbenringen, an den Stopfbüchsen, die wagerecht gerichtete Kreuzkopfreibung, Reibung in den Lagern usw. Mit derselben Grösse K drückt nun auch der Dampf auf die Deckelflächen des Zylinders. Dieser Druck pflanzt sich mittels der Zylinderbefestigung auf den Rahmen fort; die Kolbenstangenkraft P dagegen überträgt sich durch die Schubstange, da die wagerechte Komponente der Schubstangenkraft stets $= P$ ist, auf den Kurbelzapfen. Dieser Vorgang spielt sich in der Entfernung e von der Mitte ab; die Rahmen liegen aber in der Entfernung c von der Mitte, mithin haben wir die Rahmendrücke (vergl. Fig. 3)

$$P_1 = \frac{e + c}{2 \, . \, c} \, . \, P'$$

und

$$P_2 = \frac{e - c}{2 \, . \, c} \, . \, P'.$$

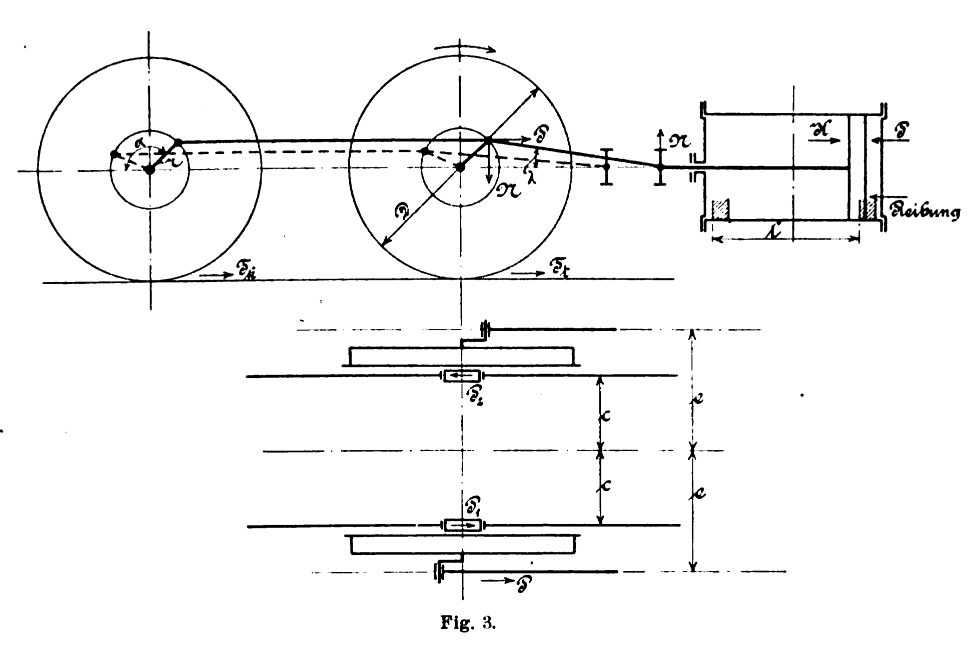


Fig. 3.

Ihre Summe ist stets $= P$, d. h. wir haben, wenn wir vom Massendruck absehen, stets nach der einen Richtung, in der Figur nach rechts, von der Achse ausgehend den Druck P' im Rahmen vermehrt um die Reibung zwischen sämtlichen sich bewegenden Teilen und nach links den Dampfdruck auf die Deckelflächen am Zylinder; diese beiden Teile heben sich mithin vollständig auf, d. h. die Reibung an

diesen Teilen kann keine Bewegung der Maschine hervorbringen, denn je grösser sie wird, um so kleiner wird die Kolbenstangenkraft, stets bleibt aber die Gleichung bestehen:

Reibung + Kolbenstangenkraft = Dampfkraft.

Für eine Bewegung bleibt nach aussen nur übrig der später zu behandelnde Massendruck.

Verfolgen wir nun einmal den Vorgang durch alle vier Quadranten, so erhalten wir ein Anliegen der einzelnen Lagerkasten an den Achsgabeln in der durch Fig. 4 veranschaulichten Weise; wir sehen also, dass der Rahmen abwechselnd auf Druck und Zug beansprucht wird. Nach dieser Figur könnte es scheinen, als ob für Stellungen der

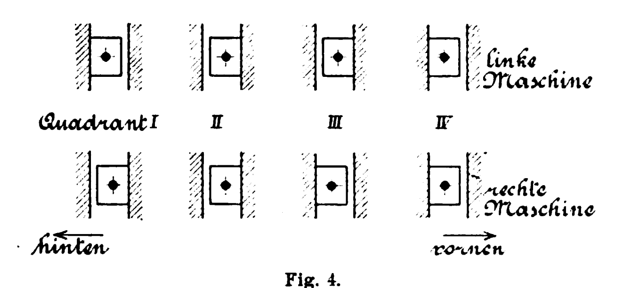


Fig. 4.

rechten Kurbel in den Quadranten I und III ein Drehen der Maschine möglich wäre, jedoch ist dies nicht der Fall, denn infolge des Dampfdruckes auf die Zylinderdeckel wirkt von hier ausgehend stets ein gleiches Moment dem von den Achsgabeln ausgehenden Drehmoment entgegen.

Stellen wir die Lokomotive nun auf die Bahn und setzen vorläufig nur eine Treibachse und keine Kuppelachse voraus, dann haben wir anstatt des Bremsbandes jetzt die Reibung am Umfange der Triebräder von den Schienen erzeugt; diese dient bekanntlich zur Fortbewegung des Zuges. Dabei ändern sich aber auch die Achsdrücke, und zwar erhalten wir sie, wenn wir die Momentengleichung aufstellen. Am Rade haben wir die drei Kräfte: wagerecht die oben erwähnte Kolbenstangenkraft am Kurbelzapfen angreifend und an demselben die lotrechte Komponente der Schubstangenkraft $= N$, schliesslich am Umfange des Rades die Reibung T auf der Schiene. Nun ergibt sich

$$N' = P' \,.\, tg\,\lambda = P' \,.\, \frac{\sin\lambda}{\cos\lambda} = P' \,.\, \frac{(r/L) \,.\, \sin\alpha}{\sqrt{1 - (r/L)^2 \,.\, \sin^2\alpha}}$$

dies gibt annähernd

$$N' = P' \,.\, \frac{r}{L} \sin\alpha \quad . \;.\;.\;.\;. \quad 8).$$

Ebenso für die linke Maschine

$$N'' = P'' \,.\, \frac{r}{L} \,.\, \sin\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right) = - P'' \,.\, \frac{r}{L} \,.\, \cos\alpha \quad . \quad 9).$$

und zwar sind beide stets positiv, da beim ersten das Vorzeichen von $\sin\alpha$ mit dem von P' gleichzeitig wechselt und beim zweiten Wert das Vorzeichen von P'' mit dem $\cos\alpha$ zugleich sich ändert. Mithin haben wir die Momentengleichung

$$2 \,.\, T \,.\, \frac{D}{2} = P' \,.\, r \,.\, \sin(\pi - \alpha) + P'' \,.\, r \,.\, \sin\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$+ P' \,.\, \frac{r}{L} \sin\alpha \,.\, r \,.\, \cos(\pi - \alpha) - P'' \frac{r}{L} \,.\, \cos\alpha \,.\, r \,.\, \cos\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right).$$

Daraus folgt

$$\left.\begin{array}{l} T = \dfrac{r}{D} (P' \,.\, \sin\alpha - P'' \,.\, \cos\alpha) \\ \quad - \dfrac{r^2}{2 \,.\, L \,.\, D} \,.\, (P' - P'') \,.\, \sin(2\,\alpha) \end{array}\right\} \;.\;. \quad 10).$$

Diese Reibung T ist an der Schiene vorhanden und sucht das Rad in Richtung der Fahrt zu verschieben, erzeugt mithin an der Achsgabel eine Pressung von derselben Grösse und damit haben wir das Moment bezogen auf den Schwerpunkt des auf den Federn ruhenden Teiles

$$\left.\begin{array}{l} = h_2 \,.\, \Big[\dfrac{r}{D} \,.\, (P' \,.\, \sin\alpha - P'' \cos\alpha) \\ \quad - \dfrac{r^2}{2 \,.\, L \,.\, D} \,.\, (P' - P'') \,.\, \sin(2\,\alpha)\Big] \end{array}\right\} \;.\;. \quad 11).$$

Bei gebremsten Rädern hatten wir nun abwechselnd ein Anliegen der Lagerkasten an der vorderen und hinteren Achsgabel und zwar mit der Kraft P; dabei hatten wir bei rückläufigen Kolben Zugspannung im Rahmen und Anliegen an der dem Tender zugekehrten Achsgabel und bei der Vorwärtsbewegung des Kolbens hatten wir Druckspannungen im Rahmen und dabei Anliegen an der vorderen Achsgabel. Bei der auf den Schienen stehenden Lokomotive dagegen haben wir immer in Richtung der Fahrt noch die eben abgeleitete Kraft T, sodass die Pressungen gegen die Achsgabeln betragen

$$= P \pm T,$$

und zwar gilt das positive Vorzeichen, wenn der Kolben sich vorwärts bewegt und das negative bei rückläufiger Kolbenbewegung. Da die Kraft P stets grösser als T ist, so findet bei der Bewegung der Lokomotive mithin nicht immer ein Anliegen an der vorderen Achsgabel statt, sondern das Ziehen des angehängten Wagenzuges geschieht in der Weise, dass von der Tenderkupplung ausgehend bis zur Triebachse im Rahmen immer die Spannung $= W$ vorhanden ist, zwischen Triebachse und Zylinder ist abwechselnd auf jeder Seite Druck und Zug von gleicher Grösse $= P$ vorhanden und zwar Zug beim Anliegen an der hintern Achsgabel und Druck beim Anliegen an der vorderen Achsgabel; da aber die Kraft T stets nach vorn gerichtet ist, so wird der von den Zylindern ausgehenden Dampfkraft im ersten Fall von dem Achsgabeldruck + Widerstand des Wagenzuges das Gleichgewicht gehalten, während im zweiten Fall der Widerstand W von den Teilen T der um diesen Betrag als die Kolbenstangenkraft grösseren Achsgabeldrücke aufgehoben wird.

Nun haben wir in Wirklichkeit eine Trieb- und Kuppelachse; beide sind miteinander durch eine Kuppelstange verbunden. Diese kann auf die Kuppelachse nur wagerechte Kräfte übertragen, die Grösse derselben lässt sich jedoch nicht vollkommen genau bestimmen, sondern hängt von der genauen Einstellung der Keile in den Lagern der Kuppelstange ab. Nehmen wir nun an, dass von der Kolbenstangenkraft P die Hälfte zur Drehung der Triebachse verwendet würde und die andere Hälfte durch die Kuppelstange übertragen würde, was eine Entfernung der Mitten obiger Lager = Achsstand voraussetzt, dann haben wir am Triebrade infolge des Druckes N ein anderes Drehmoment. Stellen wir nun die Momentengleichung auf, dann erhalten wir für die Kuppelachse

$$2 \,.\, T_k \,.\, \frac{D}{2} = \frac{P'}{2} \,.\, r \,.\, \sin\alpha - \frac{P''}{2} \,.\, r \,.\, \cos\alpha \quad . \quad 12).$$

daraus folgt

$$T_k = \frac{r}{2 \,.\, D} \,.\, (P' \,.\, \sin\alpha - P'' \,.\, \cos\alpha) \quad . \;.\;. \quad 13).$$

Um das Moment der Triebachse zu erhalten, haben wir in den Ausdrücken der horizontalen Kräfte in Gleichung 10) $\frac{P}{2}$ statt P zu setzen, während N seine Grösse nicht ändert, und damit erhalten wir

$$\left.\begin{array}{l} T_t = \dfrac{r}{2 \,.\, D} \,.\, (P' \,.\, \sin\alpha - P'' \,.\, \cos\alpha) \\ \quad - \dfrac{r^2}{2 \,.\, L \,.\, D} \,.\, (P' - P'') \,.\, \sin(2\,\alpha) \end{array}\right\} \;. \quad 14).$$

Ihre Summe liefert, wie früher bezogen auf die Schwerpunktsachse, das Moment

$$= h_2 \,.\, (T_k + T_t)$$

$$\left.\begin{array}{l} = h_2 \,.\, \Big[\dfrac{r}{D} \,.\, (P' \,.\, \sin\alpha - P'' \,.\, \cos\alpha) \\ \quad - \dfrac{r^2}{2 \,.\, L \,.\, D} \,.\, (P' - P'') - \sin(2\,\alpha)\Big] \end{array}\right\} \;. \quad 15).$$

Jetzt haben wir aber die Achsgabeldrücke auch geändert und zwar haben wir für jede Lagerstelle

$$\left.\begin{array}{ll}\text{an der Kuppelachse} & = \frac{P}{2} \pm T_k \\ \text{an der Triebachse} & = \frac{P}{2} \pm T_t\end{array}\right\} \quad . \quad . \quad 16).$$

und zwar gelten die positiven Vorzeichen, wenn die zugehörigen Kolben sich vorwärts bewegen und die negativen bei rückläufigen Kolben.

Eine geringe Aenderung der Achsdrücke ruft dann noch der Massendruck hervor und zwar wird auch dieser sich zur Hälfte durch die Kuppelstange übertragen, aber auch den Wert N ändern; eine weitere Aenderung ist ferner durch die Gegengewichte bedingt, die den Massendruck auszugleichen haben; sodann auch durch den Rollwiderstand, der jedoch infolge des grossen Raddurchmessers sehr klein ausfällt. Ihrer Kleinheit wegen können wir aber diese Kräfte vernachlässigen.

Als letzte der bei ruhiger Fahrt in Betracht kommenden Kräfte ist noch der Druck gegen den Drehzapfen des Drehgestells zu erwähnen. Dieses gebraucht nämlich auch zu seiner Fortbewegung ohne Beschleunigung eine Kraft infolge der Reibung an den Lagerteilen und infolge der rollenden Reibung. Diese am Drehzapfen aufzuwendende Kraft beträgt bekanntlich

$$x = \frac{1/2 \cdot Q \cdot f' \cdot \delta + (Q + Q_1) \cdot i}{\varrho} \quad . \quad . \quad 17).$$

und liefert bezogen auf die Y-Achse das Moment

$$= h_3 \cdot x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18).$$

(Fortsetzung folgt.)

Ueber Resonanzschwierigkeiten bei der drahtlosen Telegraphie.

Von Dr. **A. Koepsel.**

(Schluss von S. 627 d. Bd.)

Wenn nun auch, soweit mir bekannt, keine autentischen Beobachtungen über die Schwingungszahlen von geschlossenen Schwingungskreisen der Grössenordnung, wie sie für die drahtlose Telegraphie verwendet werden, vorliegen, so ist doch nach den beobachteten Resonanzwirkungen kaum anzunehmen, dass wirklich eine so geringe Schwingungszahl vorhanden ist, wie aus diesen Voraussetzungen hervorgeht. Wenn also das Experiment eine grössere Schwingungszahl ergibt, so könnte, wenn man von der eingangs erwähnten wahrscheinlichen Trägheit des Funkenwiderstandes absieht, daraus dreierlei geschlossen werden; entweder der Funkenwiderstand folgt einem anderen Gesetz, z. B. er ist der 3, 4, 5 oder einer noch höheren Wurzel aus der übergehenden Elektrizitätsmenge umgekehrt proportional, oder der ursprüngliche Widerstand ist bedeutend kleiner, als bisher angenommen wurde, oder beides. Schon die alleinige Annahme eines kleinen Funkenwiderstandes führt zu bedeutend günstigeren Resultaten. Betrachten wir z. B. wieder den Schwingungskreis mit den Konstanten

$$C = 2{,}7 \cdot 10^{-18}, \quad L = 2{,}5 \cdot 10^{3}$$

nehmen aber an, der Funkenwiderstand betrage für diese Kapazität nur $\frac{1}{1000}$ Ohm, also

$$r = 10^{6}$$

so ergibt sich

$$n = 3{,}7$$

Wir erhalten also schon beinahe vier vollständige Schwingungen; machen wir ferner noch die Annahme, dass der Funkenwiderstand umgekehrt proportional der vierten Wurzel aus der übergehenden Elektrizitätsmenge ist, also

$$t = \sqrt{LC}\, ln \left(\frac{4}{r^2}\frac{L}{C}\right)^2$$

$$ln \frac{4}{r^2}\frac{L}{C} = \pi n$$

so ergibt sich $n = 7{,}4$, wir erhalten also schon sieben vollständige Schwingungen. Um zehn ganze Schwingungen zu erhalten, müsste $L = 3 \cdot 10^{6}$ sein, d. h. die Wellenlänge 5363 m.

Aber selbst wenn sich der Funkenwiderstand als noch kleiner ergeben sollte, so würde man doch immer für möglichst gute Resonanz auf möglichst grosse Wellenlänge angewiesen sein.

Die Wichtigkeit einer experimentellen Untersuchung des Funkenwiderstandes und seiner Abhängigkeit von der Elektrizitätsmenge dürfte zur Genüge hierdurch begründet sein; wenn man bedenkt, dass die Bestätigung einer der beiden behandelten Voraussetzungen einer Unmöglichkeit der Abstimmung gleichkommen würde, wenigstens so lange man auf den Funken angewiesen ist, und die Beseitigung des Funkens oder eine wesentliche Verringerung seines Widerstandes müsste als das erstrebenswerteste Ziel der drahtlosen Telegraphie betrachtet werden. Die bisher unterschätzte Bedeutung des Funkenwiderstandes wird übrigens jedem sofort in die Augen springen, der einmal die kolossale Steigerung des Resonanzeffektes durch Einblasen von Luft in die Funkenstrecke beobachtet hat, und es hat hiernach den Anschein, als ob, abgesehen von anderen Effekten, durch eine derartige Beseitigung der Verbrennungsprodukte auch der Funkenwiderstand bedeutend verringert wird. Aber selbst wenn sich eines von den anderen angedeuteten Gesetzen und ein bedeutend kleinerer Funkenwiderstand ergeben sollte, so würde sich doch die Schwierigkeit einer guten Resonanz als bedeutend grösser herausstellen, als man bisher anzunehmen geneigt war.

Die Tatsache aber, dass bisher von keinem der bestehenden Systeme inbezug auf Abstimmung etwas Nennenswertes erreicht worden ist, legt die Vermutung nahe, dass der Grund hierin zu suchen ist.

Einen Aufschluss über diese Frage könnten nur sorgfältig angestellte Versuche mit rotierenden Spiegeln ergeben, und die hierauf verwendete Zeit und Mühe dürfte wichtige Schlussfolgerungen über Grösse und Aenderung des Funkenwiderstandes liefern, selbst wenn sich hierbei eine bedeutende Trägheit desselben ergeben sollte.

Noch eine andere sehr wichtige Erscheinung zeigt sich aber bei der Annahme eines mit der Zeit variablen Funkenwiderstandes. Es ist dies die *Abhängigkeit der Schwingungsdauer von der Zeit.*

Es ist bekanntlich:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{4L^2}}}$$

ist nun $r = r_0 e^{at}$, so wird

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2 e^{2at}}{4L^2}}}$$

Da nun diese Aenderung der Schwingungsdauer mit der Zeit nur in dem Schwingungskreise auftritt, welcher eine Funkenstrecke enthält, d. h. im Geberkreise, im Empfangskreise aber nicht, so käme eine neue Schwierigkeit für die Resonanz hinzu. Indessen ist diese Abweichung wenigstens für die Wellenzüge, deren Maximalamplitude nicht kleiner als $\frac{1}{e}$ ihres Anfangswertes ist, belanglos, denn da für diese

$t <$ oder höchstens $= \frac{1}{a}$ ist, so ist das Verhältnis der Schwingungszeiten $T_{1/e}$ zu T_0 höchstens:

$$\frac{T_{1/e}}{T_0} = \frac{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r_0^2 e_2}{4L^2}}}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r_0^2}{4L^2}}} = \sqrt{\frac{1 - \frac{r^2 C}{4L} e^2}{1 - \frac{r_0^2 C}{4L}}}$$

was, wenn $\frac{r_0^2 C}{4L}$ klein gegen 1 ist, gleich 1 gesetzt werden kann.

Dieselben Betrachtungen, welche in bezug auf den geschlossenen Schwingungskreis angestellt wurden, gelten auch für den offenen Resonator. Auch hier wird nur eine begrenzte Anzahl von Schwingungen auftreten und die Zeit, nach deren Verlauf der aperiodische Zustand eintritt, ist gegeben durch die Beziehung

$$t = \sqrt{LC}\, ln \frac{2}{r} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

bezw.

$$t_{1/m} = \sqrt{LC}\, ln \left(\frac{4L}{r^2 C}\right)^{\frac{m}{2}}$$

worin C und L Kapazität und Selbstinduktion des Luftdrahtes bedeuten und r den Widerstand der Funkenstrecke. Die Schwingungsdauer eines solchen Systems ist aber

$$T = 4\sqrt{LC}.$$

Die Anzahl der zu Stande kommenden Schwingungen bestimmt sich also aus der Gleichung:

$$ln \frac{2}{r} \sqrt{\frac{L}{C}} = 4n$$

bezw.

$$ln \left(\frac{4L}{r^2 C}\right)^{\frac{m}{2}} = 4n.$$

Vergleichen wir diese Ausdrücke mit den für den geschlossenen Schwingungskreis geltenden, so ergibt sich das der Praxis scheinbar widersprechende Resultat, dass beim offenen Resonator mehr Schwingungen zu Stande kommen, als beim geschlossenen; denn es ist für ersteren

$$n_0 = ln \left(\frac{4L}{r^2 C}\right)^{\frac{m}{2}} \frac{1}{4}$$

für letzteren

$$n_g = ln \left(\frac{4L}{r^2 C}\right)^{\frac{m}{2}} \frac{1}{2\pi}$$

Also

$$\frac{n_0}{n_g} = \frac{2\pi}{4} = 1.57.$$

Für dieselben Werte von Selbstinduktion und Kapazität würde also der offene Resonator sechs Schwingungen vollführen, während der geschlossene nur deren vier macht. Zudem hätte der offene Resonator noch die kürzere Wellenlänge.

Die landläufige Erklärung von der grösseren Wirksamkeit des geschlossenen Schwingungskreises als Nachlieferant von Energie an den offenen erscheint hiernach nicht stichhaltig; denn wenn der erstere noch weniger Schwingungen macht als der letztere, so sieht es mit der Nachlieferung von Energie schlimm aus. Die grössere Wirksamkeit des geschlossenen Schwingungskreises gegenüber dem offenen würde hiernach vielmehr ihren Grund darin haben, dass man vermöge der beliebigen Wahl zwischen Selbstinduktion und Kapazität beim geschlossenen Schwingungskreis viel mehr Energie in Bewegung zu setzen imstande ist. Dies ist aber beim offenen Resonator ohne weiteres nicht möglich, da für einen geraden Draht das Verhältnis zwischen Selbstinduktion und Kapazität ein gegebenes ist und eine Vermehrung der Kapazität durch Vermehrung der Anzahl der Drähte eine entsprechende Verminderung der Selbstinduktion zur Folge hat. Dass man auch hier durch blosse Vermehrung der Zahl der Drähte zu einer grösseren Wellenlänge kommen kann, habe ich in einem früheren Artikel[1]) gezeigt, um aber Kapazitäten zu erreichen, welche mit denen des geschlossenen Schwingungskreises auch nur annähernd vergleichbar sind, müsste man zu immensen Drahtlängen oder zu ungeheuren Drahtzahlen übergehen, welche für praktische Zwecke nicht geeignet sind.

Der geschlossene Schwingungskreis würde also bei der gemachten Voraussetzung nicht die Bedeutung eines Resonanzkastens haben, sondern in erster die eines Energiespeichers, vermöge dessen die Anfangsamplitude auf einen viel höheren Wert gebracht werden kann, als es mit dem offenen Resonator allein möglich wäre, und wenn es gelänge, was nicht ausgeschlossen ist, den offenen Resonator zu einem ebensolchen Energiespeicher auszubilden, so müsste er inbezug auf Resonanz allein mehr leisten, als in Verbindung mit dem geschlossenen Schwingungskreis.

Möglicherweise würde also die sogenannte Dämpfung durch Strahlung sich nicht zum wenigsten aus dem grösseren Widerstand der Funkenstrecke erklären lassen, der ja infolge der geringen Kapazität offenbar vorhanden ist.

Findet nun nach Verlauf weniger Schwingungen schon ein aperiodisches Abfallen statt, so würde sich auch die auffällige Erscheinung, dass der kleine Geber den grösseren Empfänger zu stören pflegt, zwanglos erklären lassen; denn dieser aperiodische Abfall würde die entgegengesetzte Amplitude des Empfängers immer schwächend beeinflussen; die Wahrscheinlichkeit aber, dass eine solche Amplitude des Empfängers mit einem namhaften Wert des aperiodischen Zustandes zusammenfällt, ist bei einer kleinen Wellenlänge des Empfängers viel grösser als bei einer grösseren, also wird der kürzere Geber den längeren Empfänger leichter zum Ansprechen bringen, als umgekehrt.

Alle diese Erörterungen erleiden indessen eine wesentliche Modifikation, wenn man die Funktion

$$a = \frac{r_0 e^{\frac{a}{2} t}}{2L}$$

etwas näher betrachtet und findet, dass dieselbe für ein und dasselbe t verschiedene Werte von a besitzt. Durch Trennung der Variablen ergibt sich

$$t = \frac{2}{a} ln \frac{2L}{r_0} a$$

Für $t = 0$ ist $a = \frac{r_0}{2L}$ oder $a = \infty$. Ausserdem besitzt diese Funktion einen Umkehrpunkt für $t = \frac{2}{a}$, wo $a = \frac{r_0 e}{2L}$ wird. Hier ist t ein Maximum und sobald a diesen Wert überschreitet, wird die Zeit rückwärts schreiten. Da dies unmöglich ist, so müssen die Entladungen an diesem Zeitpunkte aufhören, da über ihn hinaus kein reeller Wert für a mehr existiert.

Zu demselben Ergebnis gelangt man, wenn man die Zeit berechnen will, nach welcher die Maximalamplitude auf den $1/e^n$ ten Teil ihres Anfangswertes gesunken ist. Diese Zeit ergibt sich zu $t_{1/e^n} = \frac{n}{a}$ und da

$$a = \frac{r_0 e^{\frac{a}{2} t}}{2L} \quad \text{so wird} \quad t_{1/e^n} = \frac{2nL}{r_0 e^{\frac{n}{2}}}$$

welcher Ausdruck für $n = 2$ ein Maximum besitzt, d. h. die Maximalamplitude kann nur bis auf $\frac{1}{e^2}$ ihres Anfangswertes abnehmen; nach Verlauf dieser Zeit $t_{\frac{1}{e^2}} = \frac{4L}{re}$ muss also die Entladung abbrechen, da sonst die Zeit rückläufig werden müsste.

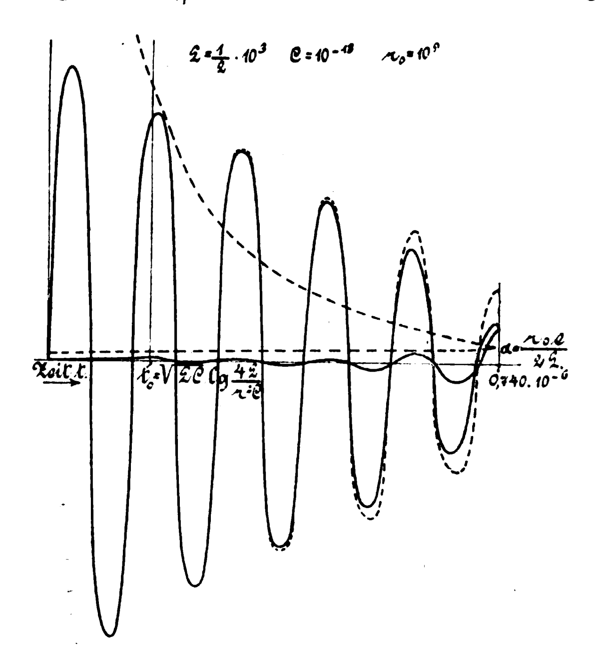
Wächst der Funkenwiderstand umgekehrt proportional der dritten Wurzel aus der Elektrizitätsmenge, d. h. ist

$$a = \frac{r_0 e^{\frac{a}{3} t}}{2L} \quad \text{so wird} \quad t_{1/e^n} = \frac{2nL}{r_0 e^{\frac{n}{3}}}$$

[1]) Bemerkungen zu *Marconis* Ozeantelegraphie. Siehe S. 331 d. Bd.

welcher Ausdruck für $n = 3$ ein Maximum besitzt; in diesem Falle würde also die Entladung aufhören, sobald die Maximalamplitude auf den $e^{\frac{1}{3}}$ Teil ihres Anfangswertes gesunken ist.

Um also zu bestimmen, nach welchem Gesetz der Funkenwiderstand zunimmt, wenn es von der angenommenen Form ist, brauchte man nur zu beobachten, bis zu welchem Teile ihres Anfangswertes die Maximalamplitude sinkt. Untersuchung des Residuums müsste hierüber Aufschluss geben.



Die nähere Betrachtung der Funktion

$$t = \frac{2}{a} \ln \frac{2L}{r_0} a$$

ergibt nun aber ein ganz anderes Bild des Schwingungsvorganges. Da nämlich zu jedem Wert von t ein grosser und ein kleinerer reeller Wert von a gehört, so ergeben sich für jeden Zeitpunkt der Entladung zwei Schwingungszustände, also es entstehen zwei verschiedene Wellenzüge und zwar einer, der mit grosser Amplitude einsetzt, welche indessen beständig abnimmt, er entspricht den kleineren Werten von a, die beständig zunehmen, und ein anderer Wellenzug, der mit kleiner Amplitude einsetzt, welche indessen beständig zunimmt, er entspricht den grossen Werten von a, welche beständig abnehmen. Sobald die Amplituden beider Wellenzüge gleich geworden sind, bricht die Entladung ab.

Die Schwingungsdauer des ersten Wellenzuges wird nahezu konstant sein, die des letztgenannten wird indessen anfangs sehr gross sein und mit wachsender Zeit sehr schnell abnehmen, bis sie beim Abbrechen der Entladung der Schwingungsdauer des erstgenannten Wellenzuges gleich wird. Vorstehende Figur stellt einen solchen Schwingungsvorgang dar für

$$L = \frac{1}{2} \cdot 10^3 \text{ cm}, C = 10^{-18} \text{ cm}, r_0 = 10^9 \, cgs$$

Für den Zweig der Kurve (t, a), welcher die grossen a repräsentiert, existiert ein Punkt, für welchen der Ausdruck

$$\frac{1}{LC} - \frac{r_0^2 e^{at}}{4L^2} = 0$$

wird. Dies tritt ein, wie wir oben gesehen haben, für

$$t_0 = \sqrt{LC} \ln \frac{4L}{r_0^2 C}$$

Da nun at für diesen Zweig der Kurve mit wachsender Zeit abnimmt, so muss der Ausdruck

$$\frac{1}{LC} - \frac{r^2 e^{at}}{4L^2}$$

vor dieser Zeit negativ sein, d. h. es können vor dieser Zeit keine Schwingungen auftreten; die Entladung dieses Wellenzuges setzt also aperiodisch ein, und erst nach Verlauf der Zeit t_0 treten Schwingungen auf, deren Amplitude stetig wächst und deren Schwingungsdauer stetig abnimmt, bis zu dem Zeitpunkte, wo Amplitude und Schwingungsdauer gleich der des anderen Wellenzuges wird, wo dann die Entladung abbrechen muss.

Untersuchen wir nun, wieviel Schwingungen bis zum Abbruch der Entladung zu Stande kommen. Die Zeit, nach deren Verlauf die Entladung aufhören muss, ist:

$$t = \frac{4L}{re}$$

Die Schwingungsdauer ist:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Die Anzahl der Schwingungen, die während der Zeit bis zum Abbruch der Entladung zu Stande kommen, ist daher:

$$\frac{t}{T} = n = \frac{2}{\pi e r_0} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Dies gilt für den Wellenzug mit grosser Amplitude, dessen Schwingungsdauer nahezu konstant ist und der uns hauptsächlich interessiert. Er wird von dem anderen Wellenzuge nur gegen das Ende hin wesentlich beeinflusst. Wenn indessen die Schwingungszahl gross ist, so kann unter gewissen Umständen der erstere Wellenzug von dem letzteren wesentlich gestört werden. Diese Störung wird eine Vergrösserung der Amplitude hervorbringen, wenn die Entladung beim Maximum der Amplitude abbricht, eine Verkleinerung indessen, wenn dies beim Durchgang durch den Nullpunkt stattfindet; man würde daher, um das Maximum der Wirkung zu erreichen, den Schwingungskreis so berechnen müssen, dass die Anzahl der Schwingungen $n + \frac{1}{4}$ bezw. $n + \frac{3}{4}$ wird.

Unberührt bleibt indessen durch diese Betrachtung der Vergleich, welcher oben zwischen dem geschlossenen und dem offenen Schwingungskreis angestellt wurde; denn da alle diese Erörterungen auch für den offenen Schwingungskreis gelten, so besteht für letzteren die Beziehung:

$$\frac{t}{T} = \frac{4L}{re} \cdot \frac{1}{4\sqrt{LC}} = \frac{1}{re} \sqrt{\frac{L}{C}} = n_0$$

Wir erhalten also:

$$\frac{n_0}{n_g} = \frac{\pi}{2} = 1.57$$

wie oben.

Die vielseitigen Beziehungen, welche zwischen Selbstinduktion, Kapazität, und Funkenwiderstand bestehen, geben ein Mittel an die Hand, den Wert des letzteren selbst, sowie das Gesetz zu erforschen, welchem die Aenderung des Funkenwiderstandes unterworfen ist und da in dieser Beziehung noch so gut wie nichts geschehen ist, so darf diese Arbeit wohl den Anspruch machen, eine Anregung hierzu gegeben zu haben. Einen weiteren Anspruch macht sie nicht.

Die Wichtigkeit einer solchen experimentellen Erforschung dürfte aber wohl nach den gegebenen Darlegungen auf der Hand liegen, zumal da hiervon der Fortschritt eines bereits recht wichtigen Gebietes der Technik abhängt, welches in der Praxis schon in einem Umfange zur Anwendung kommt, dem die wissenschaftliche Erforschung seiner Grundprinzipien nicht entspricht, und es nicht ausgeschlossen erscheint, dass der Funkenwiderstand einem noch anderen Gesetze folgt, welches die bisher angenommenen Schwingungsvorgänge wesentlich alteriert und die Resonanzschwierigkeiten erklärlich macht, über die man aber nur durch eine gründliche experimentelle Erforschung dieser Vorgänge hinwegkommen wird.

Es sollte in der vorstehenden Arbeit eben nur gezeigt werden, zu welchen Resultaten gewisse Annahmen führen, die, wenn auch nicht unbedingt bindend, so doch wenigstens berechtigt und wahrscheinlich sind. Sie stellt eine mathematische Studie dar, deren Ergebnisse zwar in der Natur nicht in vollem Umfange bestätigt werden dürften, aber immerhin in den Erscheinungen zum Ausdruck kommen können in einem Masse, dass die Resonanzschwierigkeiten in der drahtlosen Telegraphie erklärlich werden würden.

Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 636 d. Bd.)

Eine ganz besondere Anordnung des Motors hat das Fahrzeug „Gouverneur“ der *Fahrradwerke P. Erbrecht* in Schöppenstedt.

Wie Fig. 63 zeigt, ist der $2^1/_4$ PS-Motor im Gegensatz zu anderen Motorzweirädern in dem von der Hinterradgabel begrenzten Rahmendreieck untergebracht. Der vordere Rahmenteil kann daher für den Behälter, welcher das Benzin, den für 1500 km reichenden Akkumulator, die Induktionsspule, sowie das Motoröl enthält, vollständig in Anspruch genommen werden, was den Vorteil bietet, möglichst viel Betriebsmaterial zur Verfügung zu haben.

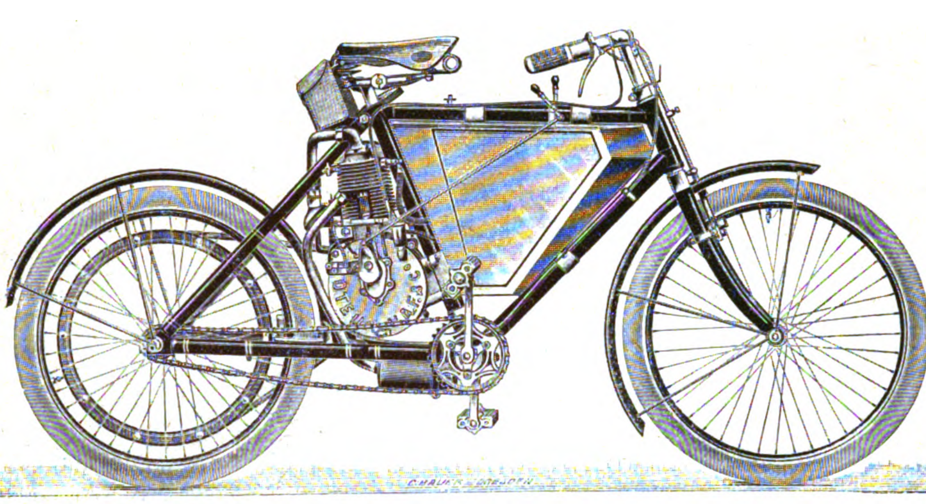
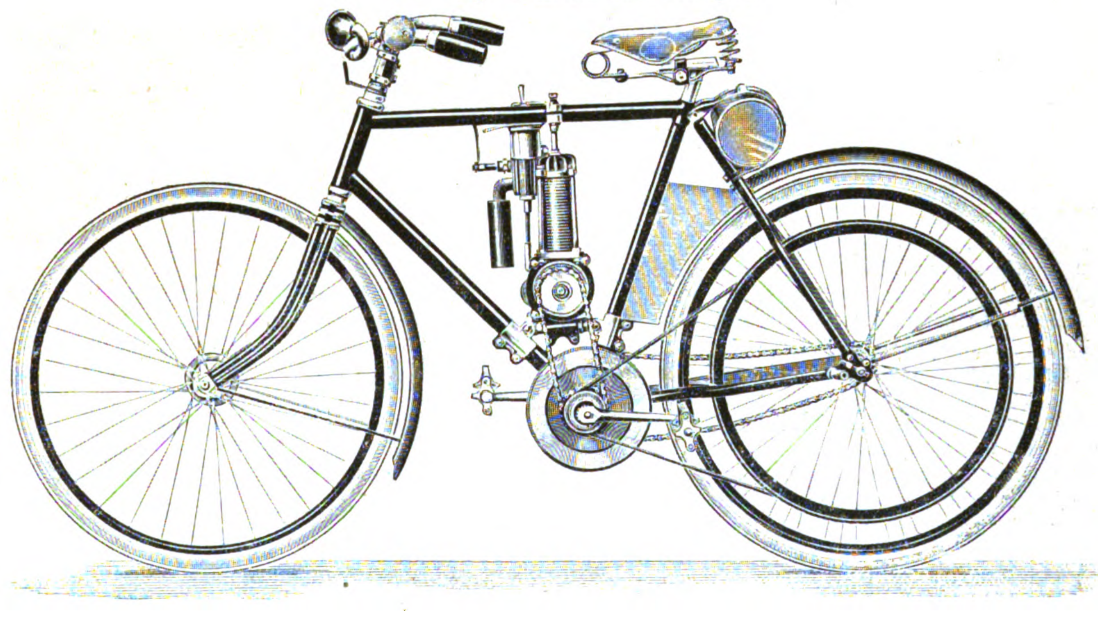



Fig. 63. Motorzweirad von Erbrecht.

Fig. 64. Motorzweirad von Spiess



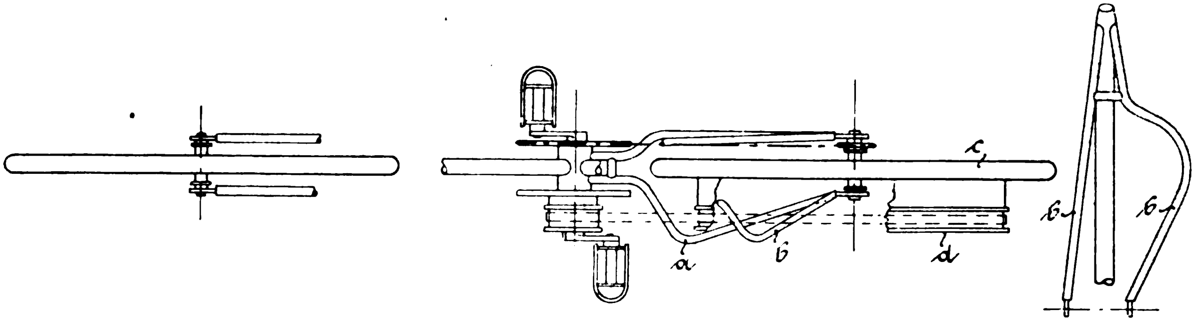


Fig. 65. Anordnung der Hinterradgabel von Spiess.

Durch Drehung des linken Lenkstangengriffes nach vorn wird der elektrische Strom geschlossen. Eine halbe Drehung des Griffes rückwärts unterbricht den Strom, und der Motor bremst sich selbst durch die Kompression. Durch volle Rückwärtsdrehung wird das Auspuffventil geöffnet. Der rechts am Rahmenrohr drehbare Hebel ist mit dem Unterbrecher verbunden und reguliert, wie bekannt, die Zündung. Der linke Hebel betätigt den Drosselhahn.

Während fast bei allen Motorzweirädern ein besonders starker Rahmen verwendet werden muss, wird dies bei dem Fahrzeug von *O. Spiess* in Spandau durch die neue Anordnung des Motors überflüssig. Wie Fig. 64 zeigt, ist zu diesem Zweck der 5 kg schwere $1^3/_4$ PS-Motor vom Schwungrad getrennt. Letzteres sitzt lose auf der Tretkurbelachse, während der Motor am oberen Rahmenrohr aufgehängt ist und sich unten auf ein Zwischenstück stützt. Durch diese Anordnung soll erreicht werden, dass die Erschütterungen gleichmässiger auf das gesamte Fahrrad ein-



wirken. Die Bewegungen des Motors werden mittels Kette auf das Schwungrad, und die Kraft, wie allgemein üblich, durch Riemen auf das Hinterrad übertragen. Das Gewicht dieses Fahrzeuges beträgt nur 26—29 kg.

Eine weitere Neuheit, welche zwar keinen ästhetischen, aber praktischen Vorteil hat, besteht im Bau der Hinterradgabeln. Bei den bisher bekannten Ausführungen wurde der eine Schenkel der Hinterradgabel, um Platz für den Antriebsriemen zu gewinnen, entweder ⎺|_-förmig seitlich abgebogen und dann in gerader Richtung bis zu dem entsprechend verlängerten Lager fortgeführt oder aber _⎍_-förmig gekröpft, sodass der Schenkel die Riemenscheibe umfasst. Diese Anordnungen haben insofern Nachteile, als sich bei der ersteren eine verhältnismässig lange Radnabe und somit eine geringere Festigkeit für die Hinterradlagerung ergibt, während bei der zweiten das Einsetzen und Abnehmen des Hinterrades durch Entfernen der Riemenscheibe unbequem und zeitraubend ist. Fig. 65 zeigt die neue Anordnung, bei welcher nach D. R. G. M. No. 195649 die Gabelschenkel so ausgebogen sind, dass sie von der Lagerstelle des Hinterrades ab in an

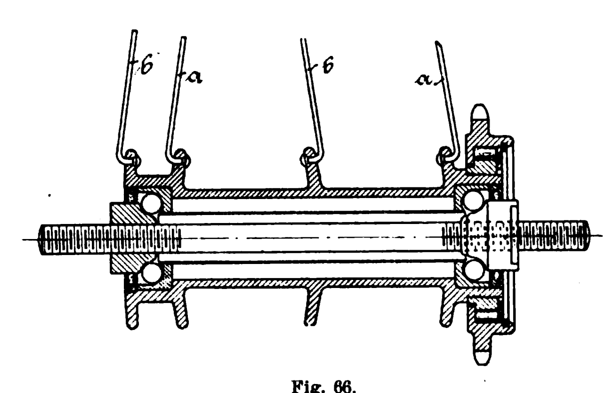


Fig. 66.
Nabe für Laufrad- und Riemenlauffelge von Fichtel & Sachs.

sich gerader, zur Ebene des Rades *c* jedoch geneigter Richtung bis zu dem durch den Riemenscheibenkranz *d* bedingten Abstand geführt und dann bei *a* und *b* so gebogen sind, dass sich ein Zwischenraum ergibt, der gerade noch hinreicht, um den Riemenscheibenkranz hindurchzuführen.

ordnen die *Schweinfurter Präzisionskugellager-Werke, Fichtel u. Sachs* in Schweinfurt a. M. nach ihrem D. R. G. M. No. 194013 auf der Nabe besondere Flansche für die Speichen der Schnurlauffelge an, sodass diese selbständig gespannt werden kann, wodurch eine gute Festigkeit des ganzen Rades erzielt wird.

Wie Fig. 66 zeigt, dienen die Speichen *a* zum Spannen der Laufradfelge, während die Speichen *b* zum Spannen der Riemen- bezw. Schnurlauffelge benutzt werden.

Möldner und Skreta in Reichenberg (Böhmen) verwenden an Stelle des Riemen- oder Riemenschnurantriebes die sonst zum Antreten des Fahrzeuges übliche Kette (Fig. 67).

Zu diesem Zwecke sitzt auf der Tretkurbelachse ein Zahnrad, mit dem ein kleiner Kettenkranz parallel verbunden ist. Beim Antreten wird also nicht nur, wie allgemein üblich, das

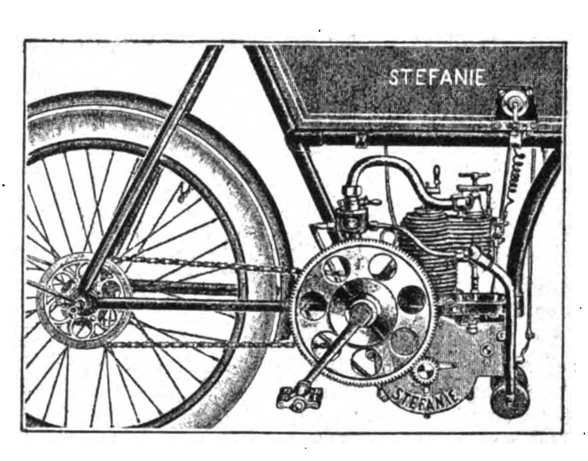


Fig. 67.
Motorzweirad von Möldner & Skreta.

Hinterrad angetrieben und durch dieses wiederum der Motor angelassen, sondern das auf der Tretkurbelachse sitzende Zahnrad greift in ein kleineres, das auf der Motorwelle sitzt, ein, und da mit ersterem der erwähnte Kettenkranz verbunden ist, so wird auch zugleich das Hinterrad angetrieben.

Sobald der Motor läuft, dreht sich durch dessen Kraft das grosse Zahnrad schneller, als die Tretkurbeln, sodass diese durch die Freilaufeinrichtung selbsttätig ausgeschaltet werden.

Die magnet-elektrische Zündung (System *Bosch*) befindet sich in einem Teil des Benzinbehälters, und wird mittels Kegelräder vom Motor aus angetrieben.

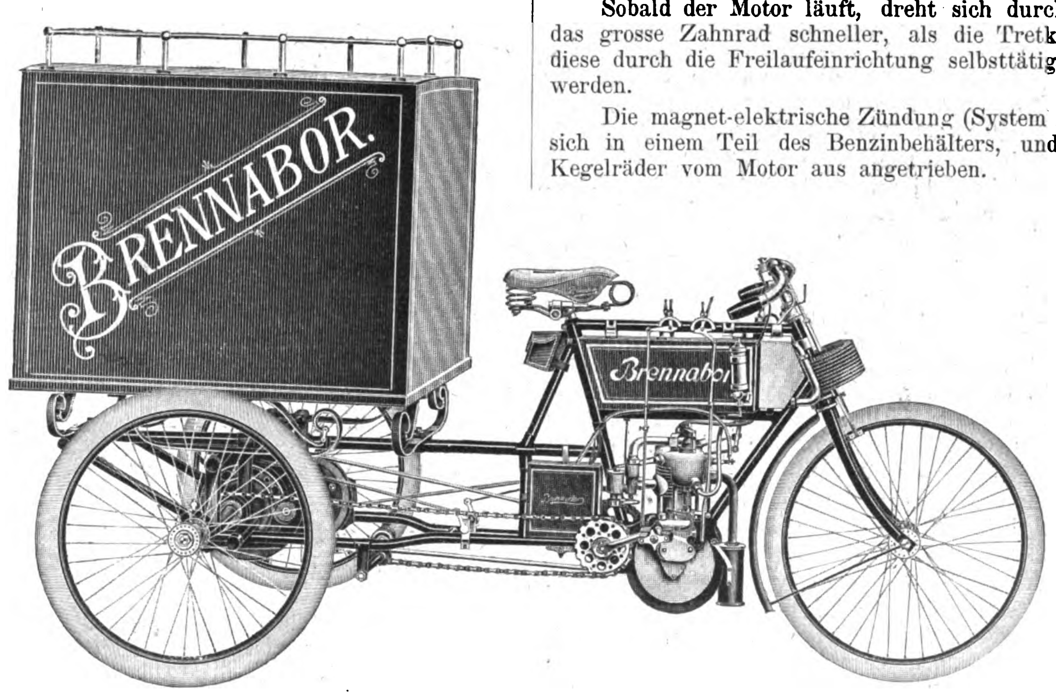


Fig. 68.
Gepäck-Motor-Dreirad der Brennabor-Fahrradwerke.

Ein Uebelstand, der allen Motorfahrzeugen anhaftet, ist der, dass die Riemen- bezw. Schnurlauffelge an den Speichen des Laufrades befestigt ist, wodurch die Festigkeit des Rades ausserordentlich beeinträchtigt wird. Um dieses zu beseitigen,

Auch hier sind die Ventilkammern, wie bei dem F.-N.-Motor S. 620, längs des Motors angeordnet. Letzterer wird nur mittels des Bremshebels betätigt und zwar tritt, wenn derselbe in seiner tiefsten Lage steht, Vorzündung ein, während

beim leichten Anziehen des Bremshebels Nachzündung erfolgt. Bei kräftigerem Anziehen hebt sich das Auspuffventil, die Zündung schaltet sich aus, wodurch der Motor zu arbeiten aufhört, und gleichzeitig treten auch die Bremsen in Tätigkeit.

Dieses Fahrzeug entwickelt mit dem $2^{1}/_{2}$—3 PS-Motor eine Geschwindigkeit bis zu 50 km i. d. Std. Das Gewicht beträgt etwa 55 kg.

O. Teudeloff in Halle a. S. ersetzt den Antriebsriemen durch eine Reibungswelle aus Leder, welche auf Kugeln gelagert ist und mittels Zahnräder vom Motor in Bewegung gesetzt wird. Diese Rolle kann durch einen Hebel einerseits, um antreibend auf das Hinterrad zu wirken, gegen dessen Reifen gepresst, andererseits aber, um den Motor unabhängig vom Fahrrad laufen zu lassen, vom Radreifen abgezogen werden.

Die Ingangsetzung des $1^{1}/_{2}$ PS-Motors geschieht mittels einer Handkurbel, welche sich selbsttätig ausschaltet, sobald der Motor läuft.

Diese Art der Inbetriebsetzung ist besonders für ältere Fahrer von Vorteil. Die Zündung ist auch hier magnetelektrisch und befindet sich am Sattelstützrohr.

Da, wie eingangs erwähnt, das Geschäftsdreirad immer mehr in den Verkehr tritt, haben die *Brennabor-Fahrradwerke Gebr. Reichstein* in Brandenburg a. H. die Herstellung eines solchen mit Motorantrieb (Fig. 68) aufgenommen und zwar unter Verwendung eines $2^{1}/_{4}$ PS-Motors der *Aachener Stahlwarenfabrik A.-G.* in Aachen.

Da es fast unmöglich ist, ein derartiges Fahrzeug, wenn es schwer beladen ist, anzutreten und dadurch gleichzeitig den Motor in Tätigkeit zu setzen, so ist der Motor mit der Hinterräderachse durch eine Reibungskupplung, ähnlich wie bei Motorwagen, verbunden.

Die Ingangsetzung des Motors geschieht nun wie folgt: der Fahrer stellt den Kontakt ein und lässt den Motor durch Rückwärtstreten der Pedale an. Sobald er läuft, wird durch Vorwärtstreten das Fahrzeug in Bewegung gesetzt und zugleich die Reibungskupplung eingerückt, worauf der Motor den Antrieb übernimmt. Dieser entspricht vollständig demjenigen des modernen Motorzweirades und hat mit dem früheren Motordreiradantrieb nichts mehr gemein. Der Motor musste naturgemäss etwas stärker gewählt werden, wodurch die Luftkühlung nicht mehr ausreichend war, und daher der Zylinderdeckel wassergekühlt ist. Zu diesem Zweck ist vor dem Benzinbehälter noch ein Kühlwasserbehälter aufgehängt, dessen mit Rippen versehener, hufeisenförmiger Teil das Steuerrohr umfasst, und dadurch dem zur Abkühlung des Wassers nötigen Luftstrom ausgesetzt ist.

Bei allen vorbesprochenen Motoren öffnet sich das Ansaugventil selbsttätig, und zwar sobald der äussere Ueberdruck, der durch das Abwärtsgehen des Kolbens hervorgerufen wird, der Spannung der Ventilfeder gleichkommt. Da dies aber erst geschieht, wenn der Kolben schon einen Teil seines Weges zurückgelegt hat, und das Ventil sich schon wieder schliesst, bevor der Kolben seinen Hub vollendet hat, da der äussere Ueberdruck schliesslich nicht mehr stark genug ist, um die Federkraft des Ansaugventils überwinden zu können, so ist die Dauer, während der die frischen Gase in den Zylinder eintreten können, sehr begrenzt, und die Gasmenge, die in den Zylinder eintritt, nimmt denselben nicht in seinem ganzen Umfange ein.

Je kleiner nun die Menge frischen Gases ist, die sich in dem Zylinder befindet, um so schwächer wird auch die Kompression und naturgemäss auch die Explosion sein.

Diesem Uebelstande abzuhelfen, bauen die *Minerva-Motorzweiradwerke S. de Jong & Co.* in Berchem-Antwerpen einen 2 PS-Motor mit *gesteuertem Ansaugventil.* Wie Fig. 69 zeigt, besitzt der Zylinder an seinem unteren Teil keine Kühlrippen, sondern nur die Explosionskammer und der Ventilkasten sind mit solchen umgeben. Um Verluste an Kompression durch Undichtigkeiten möglichst zu vermeiden, ist der Kopf mit dem Zylinder aus einem Stück gefertigt.

Der Ansaugventilkasten, sowie der Auspuffventilkasten befinden sich nebeneinander, und sind durch eine gusseiserne Wand G vollständig von einander getrennt, wodurch die Zündkerze stets in sauberem Zustand bleibt. Das explosible Gemisch wird bei H angesaugt, während die verbrannten Gase durch J nach dem Auspufftopf gelangen und zwar möglichst ungehindert, indem das Rohr J im Winkel von 45^{0} angeordnet, und vorspringende Ecken vermieden sind. Das Ansaugventil und das Auspuffventil werden durch die auf ihren Stangen S und P befindlichen Federn solange geschlossen gehalten, bis sie unter Vermittlung der Stifte V und Q durch ein Hebelwerk, wie folgt, gehoben werden.

Die Achse N, auf welcher die Nockenscheibe M aufgekeilt ist, wird vermittelst zweier Zahnräder, die sich im Schwungradgehäuse befinden, von der Hauptwelle O so angetrieben, dass sich N halb so schnell wie O dreht. Hierbei öffnet der Nocken M erstens das Ansaugventil unmittelbar durch den Stift V und zweitens das Auspuffventil vermittelst

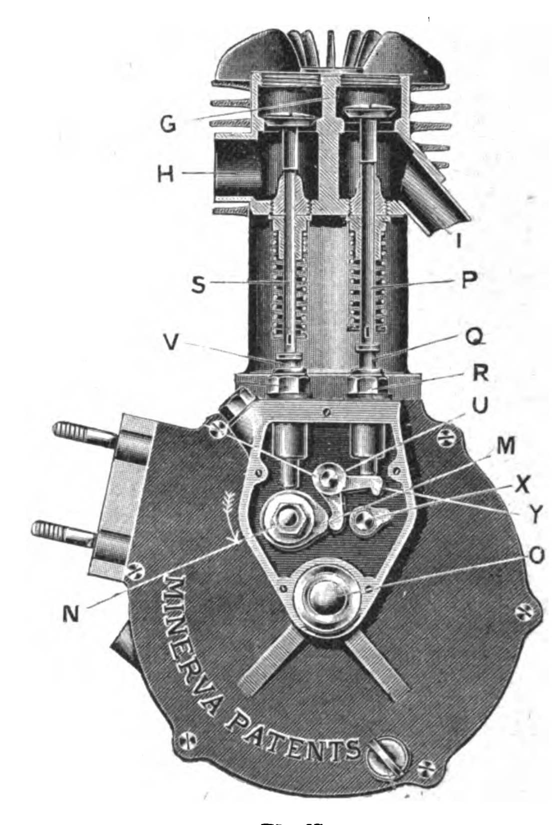


Fig. 69.
Motor von S. de Jong.

des winkelförmigen Hebels Y durch den Stift Q. Beim Anfahren dagegen wird das Auspuffventil durch den kleinen Nocken X angehoben. Letzterer steht gleichzeitig, um die Geschwindigkeit durch Vor- oder Nachzündung zu regeln, mit dem Unterbrecher in Verbindung.

Die Hauptabmessungen des Motors sind:

Bohrung	66 mm
Hub	70 „
Kompression	5,5 Atm.
Umdrehungen i. d. Min.	2000
Länge der Kurbelachse	26 mm
Länge des Kurbelzapfens	24 „
Riemenmittellinie	48 „
Schwungscheibendurchmesser	172 „
Grösste Länge	370 „
Grösste Breite	155 „
Gesamtgewicht des Motors	15 kg

(Fortsetzung folgt).

Mitteilungen aus dem Eisenbahn-Sicherungswesen.

Von Regierungsbaumeister **Hans Martens.**

(Fortsetzung von S. 633 d. Bd.)

Bei dichter Zugfolge kommt es darauf an, einen fahrenden Zug gegen Aufrennen durch den Folgezug zu schützen. In idealer Weise würde dies erreicht werden durch ein Haltsignal, welches dem fahrenden Zuge in bestimmtem Abstande stets nachfolgt. In der Ausführung behilft man sich bekanntlich damit, die Strecke in einzelne sogenannte Blockabschnitte einzuteilen, die durch am Anfang stehende Einfahrtsignale solange verschlossen gehalten werden, bis der fahrende Zug sie vollständig verlassen hat. Hieraus folgt, dass das für den erwarteten Zug auf Fahrt gestellte Einfahrsignal sofort nach der Durchfahrt des Zuges wieder auf Halt gestellt werden muss. Der moderne Eisenbahnbetrieb fordert nun, dass dies Einschlagen des Signals auf Halt von dem Zuge selbsttätig bewirkt wird, um die Betriebssicherheit durch Entbehrlichmachen menschlichen Eingreifens zu erhöhen.

Die Rückstellung des auf Fahrt stehenden Signals auf „Halt“ durch den fahrenden Zug ist durch die in Fig. 5 dargestellte Konstruktion der *Maschinenfabrik Bruchsal* auf rein-mechanischem Wege erreicht worden.

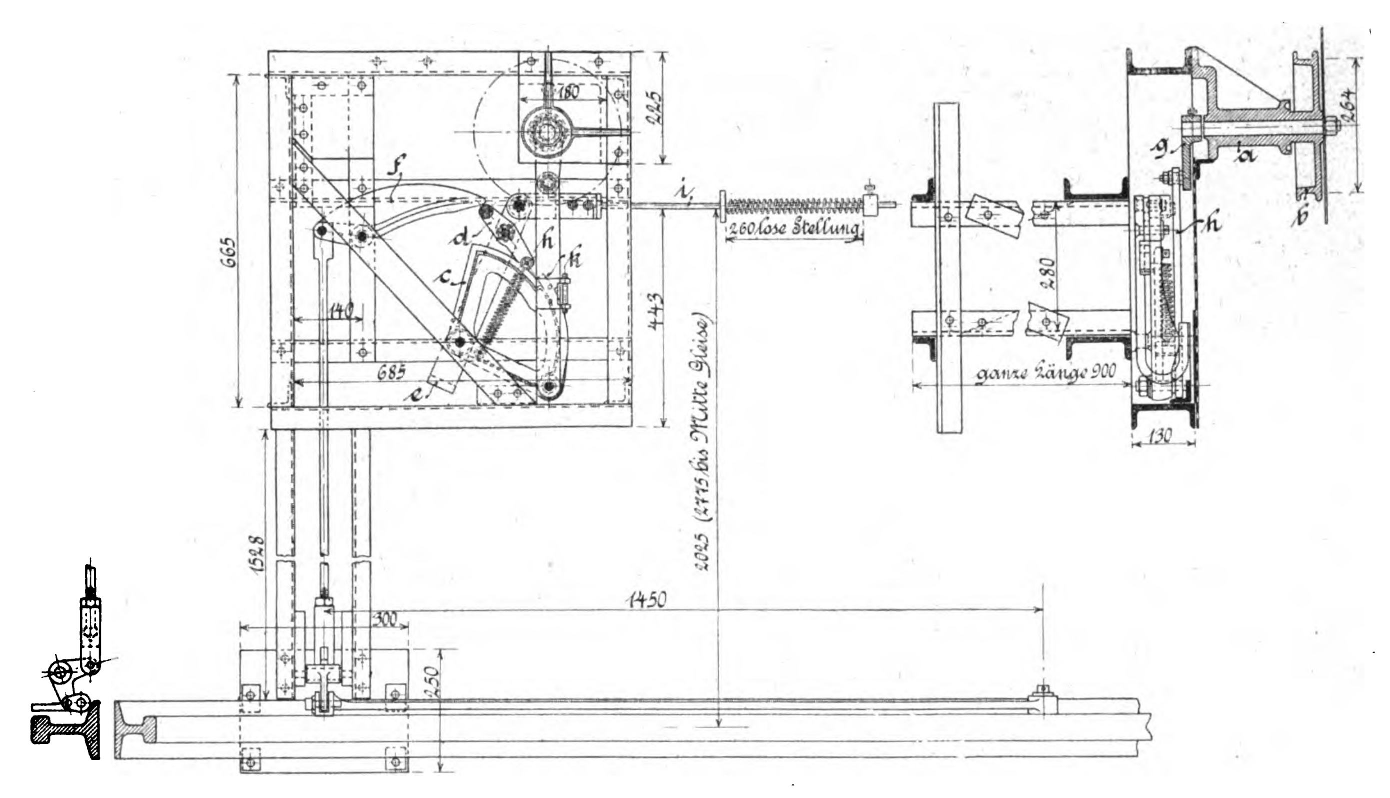


Fig. 5.

Die Einrichtung besteht aus der Signalstellvorrichtung und der Auslösevorrichtung. Auf der in dem Bocke *a* drehbar gelagerten, aufrechtstehenden Achse ist über dem Bocke die wagerechte Antriebrolle *b* und unter dem Bocke in einem aus ⊏-Eisen gebildeten Schutzkasten der Hebel *g* befestigt. An letzteren greift eine wagerechte Schwinge *h* an, die den Hebel *c* dreht. Mit diesem Hebel auf derselben Achse drehbar gelagert ist ein grader Flacheisenhebel, der das Hebelchen *d* trägt und an dem die zum Signal führende Zugstange *i* angreift. Hebelchen *d* wird einerseits durch eine Feder gegen *c* gepresst, andererseits lehnt es sich gegen den Hebel *f*, an dem die zum Pedal führende Zugstange angreift. Das Pedal ist an der Schiene drehbar befestigt.

Wird die Antriebrolle *b* um 180° gedreht, so bewegt die dieser Drehung folgende Schwinge *h* den Hebel *c*, der durch den Ansatz *k* das Hebelchen *d* mitnimmt und das Signal an der Stange *i* auf „Fahrt“ stellt. Durch die kraftschlüssige Verbindung des Pedals mit Hebelchen *d* wird erstere gehoben, also in die wirksame Lage gebracht. Wird nun das Pedal beim Befahren niedergedrückt, so stösst Hebel *f* an Hebelchen *d*. Letzteres wird hierdurch aus dem Ansatz *k* des Hebels *c* herausgehoben und die Verbindung zwischen Signalflügel und Signaldrahtzug gelöst, sodass der Flügel durch sein Eigengewicht in die Haltstellung selbsttätig zurückfällt.

Wird der Signalstellhebel wieder in die Ruhestellung zurückgelegt und dadurch die Antriebrolle um 180° zurückgedreht, so stellt die zwischen *c* und *d* angebrachte Feder die Verbindung des Signales mit dem Signaldrahtzug, bezw. der durch ihn angetriebenen Rolle *b* wieder her. Die nach dem Signal führende Zugstange *i* ist ebenfalls mit einer Feder versehen, die beim Ziehen des Signales auf „Fahrt“ zusammengepresst wird, um nach erfolgter Auslösung durch das Pedal bei dem Aufhaltfallen des Signalflügels mitzuwirken.

Am Signalmast ist zur Uebertragung der Bewegung der Stellvorrichtung auf das Signal ein Winkelhebel drehbar gelagert, der mit dem Signalflügel durch eine Zugstange in Verbindung steht.

Es ist wohl kaum noch nötig zu sagen, dass ein mit dem Hauptsignal in der üblichen Weise zwangläufig verbundenes Vorsignal ebenfalls mit dem Hauptsignal gleichzeitig in die Haltstellung zurückgeht.

In den Bahnhöfen durchläuft der Zug die für ihn bestimmte Fahrstrasse, deren Weichen durch die Freiefahrtstellung des Einfahrtsignals unter Vermittlung des Fahrstrassenhebels festgelegt sind. Die Auflösung der Fahrstrasse kann erst bei Rückstellung des Signals auf Halt erfolgen. Um nun nicht die Weichen unter dem fahrenden Zuge umstellen zu können, sind verschiedene Vorrichtungen in Betrieb.

Die von der Firma *J. Gast*, Berlin, gebaute Einrichtung, das Entriegeln einer Fahrstrasse in Stellwerksbezirken von der vollständigen Durchfahrt des fälligen Zuges abhängig zu machen, zeigt Fig. 6—8.

Hinter der letzten, vom Zuge zu durchfahrenden Weiche

des Stellwerksbezirks wird der in Fig. 6 bis 8 dargestellte Sperrtaster nebst zugehöriger Sperrschiene angebracht; im Stellwerk selbst befindet sich ein besonderer Sperrschienenhebel zur Betätigung des Sperrtasters und der Sperrschiene.

Der Vorgang bei der Bedienung und Wirkung dieser Fahrstrassensicherung ist folgender:

I. Die Weichenhebel werden für die betreffende Zugfahrt richtig gestellt und durch den Fahrstrassenhebel in bekannter Weise verriegelt.

II. Der Sperrschienenhebel wird gezogen; hierdurch wird:

a) der Fahrstrassenhebel selbsttätig festgelegt und der Signalhebel selbsttätig freigegeben, sodass das Signal auf „Freie Fahrt" gestellt werden kann, während die Fahrstrasse nunmehr in doppelter Weise verriegelt ist;

b) die Sperrschiene gehoben und wieder gesenkt, wodurch der Sperrtaster zum Befahren durch den ankommenden Zug bereit gestellt und die Sperrschiene selbsttätig so festgelegt wird, dass der Sperrschienenhebel nicht in seine Ruhelage zurückgebracht werden kann. Es ist somit die Auflösung der Fahrstrasse unmöglich gemacht.

III. Die erste Achse des ankommenden Zuges betätigt den Sperrtaster; hierdurch wird die Sperrschiene zwar ausgelöst, doch bleibt ihre Bewegung noch so lange verhindert, als sich eine Achse des fahrenden Zuges auf der Sperrschiene befindet.

IV. Nachdem sich sämtliche Achsen des Zuges über die Sperrschiene hinwegbewegt haben und demgemäss der Zug die Fahrstrasse des Stellwerksbezirks vollständig durchfahren hat, kann die nun frei gewordene Sperrschiene durch den Sperrschienenhebel im Stellwerk bewegt werden, der in seine Ruhelage zurückgelegt wird. Dadurch wird der vorher auf „Halt" eingeschlagene Signalhebel verriegelt, der Fahrstrassenhebel freigegeben, sodass nun die Fahrstrasse nach Bedarf aufgelöst werden kann.

Die Sperrschiene besteht aus dem Winkeleisen *a* (Fig. 6), dessen Nutzlänge auf 10 m bemessen ist. Durch vier Hebel *b* ist das Winkeleisen *a* beweglich in den Böcken *c* gelagert; das Eigengewicht der Sperrschiene wird durch kräftige Federn ausgeglichen. Die Böcke sind am Winkeleisen *d* angebracht, das zur festen Verbindung der ganzen Vorrichtung mit den Schwellen dient.

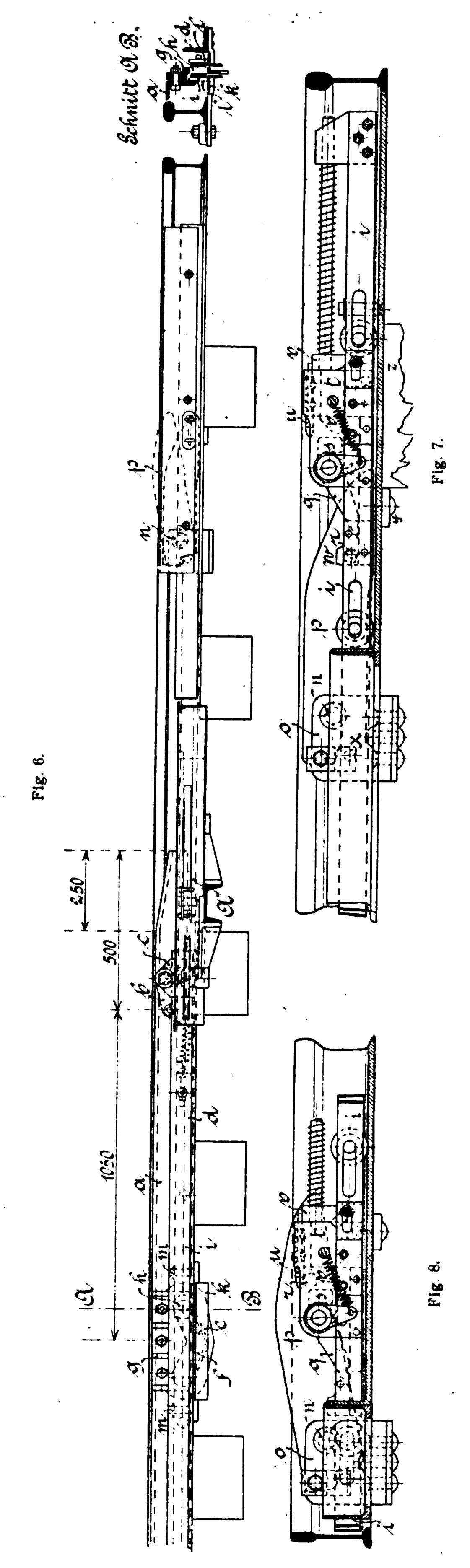
Das Winkeleisen *a* trägt drei mit schrägen Schlitzen *e f* versehene Sattelstücke *g*, in denen Rollen *h* gleiten, die in einem aus zwei Flacheisen gebildeten steifen Gestänge *i* gelagert sind. Dieses wird mittels des Drahtzugantriebes *A* durch den Sperrschienenhebel vom Stellwerk aus bewegt.

Die an das Winkeleisen *d* genieteten Stücke *k* dienen den Rollen *l* des Gestänges *i* als Lauffläche; die senkrechten Bolzen *m* verhindern ein Ausknicken des Gestänges *o*.

Das verlängerte Gestänge *i* wirkt im weiteren auf den um den Bolzen *n* des festen Lagers *o* schwingenden Taster *p* mittels der drehbar gelagerten Klinke *q* ein, die bei einer durch Ziehen des Sperrschienenhebels im Stellwerk bewirkten Bewegung des Gestänges *i* nach links den Taster *p* dadurch anhebt, dass ihre Zunge unter den am Taster sitzenden Stift *r* fasst, und ihn nach oben drängt. Nach Erreichung der höchsten Lage gleitet Stift *r* wagerecht über den Ansatz *s* des an *i* befestigten Lagers *t* hinweg, wobei gleichzeitig der in *t* befindliche, unter Federeinwirkung stehende Bolzen *u* zurückgedrängt wird. Sobald der Stift *r* den Ansatz *s* verlassen hat, senkt sich der Taster *p*, bis Stift *r* zur An- und Auflage an der schrägen Fläche des unter Federdruck stehenden Gleitstückes *v* kommt. Dadurch wird der Bolzen *u* frei und durch Federkraft nach vorn gedrückt, sodass jetzt Stift *r* zwischen *s*, *u* und *v* festgelegt wird. Nunmehr ist der Taster zur Betätigung durch die erste Achse des anlangenden Zuges bereitgestellt.

Bei der Bewegung des Gestänges *i* nach links wurde das Winkeleisen *a* durch Entlanggleiten der Rollen *h* in den Schlitzen *e f* aus seiner tiefsten Lage (5 mm unter S.O.) in seine höchste (35 mm über S.O.) gehoben und wieder gesenkt. Eine Zurückbewegung von *i* nach rechts und ein Zurücklegen des Sperrschienenhebels im Stellwerk ist aber nun dadurch verhindert, dass der Ansatz *s* des im Gestänge *i* sitzenden Lagers *t* den Stift *r* des Tasters *p* sperrt.

Beim Befahren durch die erste Achse des Zuges wird der Taster herabgedrückt; Stift *r* gleitet unter Zurückdrücken des Stückes *v* an diesem entlang, bis *r* auf der am Gestänge *i* sitzenden Führung bezw. bis Taster *p* auf dem



Stücke *y* zur Auflage kommt. Das Gestänge *i* kann nunmehr zurückbewegt und damit der Sperrschienenhebel in seine Ruhelage gebracht werden, vorausgesetzt, dass sich

keine Achse des Zuges mehr auf der Sperrschiene befindet und also ein ausreichendes Anheben der letzteren erfolgen kann.

Wird das Gestänge i nach rechts zurückgelegt, so geht die gegenseitige Lage der Teile des Tasters aus Fig. 8 in Fig. 7 über, wobei r unter der durch Federdruck gegen die Führung des Gestänges gedrückten Klinke q hinwegschlüpft.

Um ein Anheben des Tasters p durch Unbefugte aus der Ruhelage zu verhindern, ist am Gestänge i ein Haken w angebracht, während in angehobener Lage des Tasters bei Bewegung von i der Stift x und in der gesperrten Lage der Bolzen u ein weiteres unbefugtes Anheben unmöglich machen.

Ein unbefugtes Niederdrücken des angehobenen Tasters p wird durch die starke, auf Gleitstück v wirkende Feder unmöglich gemacht.

Soll eine etwa schon verriegelte Fahrstrasse wegen Nichteintreffen des Zuges aufgelöst und zu diesem Zweck der Taster aus der gehobenen in die Ruhelage zurückgebracht werden, so wird hierzu die in Fig. 8 angedeutete, unter Bleisiegelverschluss liegende Schlüsselvorrichtung z benutzt.

(Fortsetzung folgt).

Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie und der photochemischen Reproduktionsverfahren.

Von **J. M. Eder** und **E. Valenta.**

Photographische Objektive, Cameras, Momentverschlüsse u. a. photographische Apparate.

In neuerer Zeit kommt man wieder mehr und mehr auf das Prinzip der *Linsentrennung* bei Konstruktion von lichtstarken Objektiven zurück und verlässt dasjenige der mehrfach verkitteten Linsenkombinationen.[1]) Derartige, aus getrennten Linsen bestehende Objektive sind z. B. der *Triple anastigmat* von *Voigtländer*, das *Zeiss*sche *„Unar“* (vier getrennte Linsen in unsymmetrischer Anordnung), der von *Meyer* in Görlitz konstruierte *„Aristostigmat“*, die aus vier einzelnen symmetrisch angeordneten Linsen bestehenden *Görz*schen neuen *Doppelanastigmate* (Typus B, Serie 1b), welches letztere Instrument bei einem Bildwinkel von 65° eine Lichtstärke von $f/_{4.5}$ — $f/_{5.5}$ besitzt, also für Momentaufnahmen bei verhältnismässig schlechtem Lichte besonders geeignet erscheint.

Ein neues Objektiv aus einem normalen Glaspaare ist der von *Busch* erzeugte *Anastigmat*, Serie III $f/_{7.7}$. Ferner bringt die Firma *Leitz* in Wetzlar ein neues Doppelobjektiv von grosser Helligkeit, unter der Bezeichnung *„Sumar“* in den Handel. Das Sumar ist ein bezüglich Astigmatismus und sphärischer Abweichung sehr gut korrigiertes Instrument, welches bei voller Oeffnung einen Bildkreis auszeichnet, dessen Durchmesser grösser ist, als die Brennweite. Die Konstruktion zeigt verhältnismässig schwache Radien, was eine merkliche Verminderung der sphärischen Zonenfehler zur Folge hat. Das Bildfeld ist über 60° hinaus vollständig geebnet.

Das von der Firma *Voigtländer* unter der Bezeichnung *„Apochromat-Collinear“*[2]) in den Handel gebrachte Objektiv ist für die Zwecke des Reproduktionstechnikers gebaut und stellt ein Instrument dar, welches für diese Zwecke bestens empfohlen werden kann.

Watson & Sons „Holostigmat“ ist ein symmetrisches, astigmatisches Doppelobjektiv mit dreifach verkitteten Linsen. Es hat die Helligkeit $f/_{6.1}$.[3])

Brougnier macht auf eine Linsenkombination aufmerksam, bei welcher sich der Focus bei Trennung der Linsenkomponenten ändert.[4])

E. F. Grün konstruierte ein *neues lichtstarkes Doppelobjektiv* von der Helligkeit $f/_{1.5}$ — $f/_{0.84}$. Das Prinzip dieses Objektivs beruht auf der Verwendung von Flüssigkeiten mit ähnlichem Lichtbrechungsvermögen, wie jene der Gläser, die jedoch hier nur als gewölbte Kapseln oder Cuvetten dienen, um die Flüssigkeiten aufzunehmen.

Die Lichtstärke dieser Objektive wäre eine kolossale, so dass man imstande sein müsste, beim Lichte eines einzigen *Auer*brenners in einer Sekunde ein ausexponiertes Negativ zu erzielen!

Hartig nimmt die Mitteilungen *Grüns* über das neue Objektiv mit Misstrauen auf.[5]) *Kiesling* legte das Objektiv in Berlin vor;[6]) *Hoegh* bemerkt, dass ein solches aus Flüssigkeitslinsen bestehendes Objektiv von kleinen Temperaturdifferenzen stark beeinflusst würde.[7])

Griffin[8]) in London bringt unter der Bezeichnung *„Planiskope“* drei Suplementlinsen in den Handel, welche mit Rectilinearen oder ähnlichen Objektiven kombiniert, entweder eine Art Teleobjektiv geben oder den Focus verkürzen.

Franz Cedivoda[9]) schrieb eine interessante Abhandlung über die *Phosphatgläser.* Diese Gläser haben einen grösseren Brechungsindex als Silikatgläser und sind daher besser zur Achromatisierung von Boratglas und überhaupt dort geeignet, wo nur eine relativ kleine Dispersion erwünscht ist.

Dallmeyer hat ein neues Teleobjektiv *„Adon“* konstruiert, welches nicht hinter, sondern vor dem Objektiv angebracht wird. Das Instrument wird bis jetzt nur für das Format 9 × 12 cm angefertigt und besitzt eine grössere Oeffnung als jene des dahinter liegenden Objektivs.[10])

Vautier-Dufour stellt einen telephotographischen Apparat mittels einer Linse von sehr langem Focus ($f = 3 . 1$ m) her. Die äussere Länge der Camera setzt er dadurch herab, dass er zwei Cameras übereinander gelegt anbringt und das Bild auf die empfindliche Platte mittels eines Spiegelsystems projiziert.[11])

H. Bellieni in Nancy bringt eine *Jumelle-Camera* für Fernaufnahmen auf den Markt. Das Vergrösserungssystem liefert Bilder von 8 × 5 cm Durchmesser.[12])

John Edward Thornton wurde ein D. R.-P. auf eine *Vorrichtung zum lichtdichten Abschliessen von Kassetten und Cameras* erteilt, welche aus einem federnd gelagerten Rahmen besteht, der gegen die Kassette gedrückt wird.[13])

A. W. Mc. Curdy in Washington erhielt ein D. R.-P. 124623 auf eine *Schalt- und Anzeigevorrichtung für Cameras, Th. Lantin* in Düsseldorf ein solches Patent (D. R.-P. No. 117828) für eine *Stellvorrichtung für Doppelcameras*, deren beide Hälften gegeneinander verstellbar sind.

C. H. Willnow in Berlin konstruierte eine *Doppelcamera mit nur einem Objektiv und hinter diesem angeordneten Winkelspiegel.* Die Camera besteht aus zwei nebeneinander liegenden Belichtungsräumen, welche beide mit einem Spiegel, der die Belichtung der Platte besorgt, versehen sind. Das Objektiv befindet sich in der Mitte zwischen beiden Räumen; das Bild, welches dasselbe entwirft, fällt auf einen drehbaren Spiegel, so dass es abwechselnd auf die eine oder die andere

[1]) Siehe Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 345 ff.

[2]) Ueber die Krümmungsradien der Linsen dieses Instrumentes finden sich nähere Angaben in der „Photographie“ 1901, S 187.

[3]) Photographie 1901, S. 474.

[4]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S 380.

[5]) Photogr. Centralblatt 1901, S. 502.

[6]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 352.

[7]) Photogr. Mitteilungen Bd. 38, S. 64.

[8]) Photography 1901, S. 105.

[9]) Mitteilungen aus dem chem. technologischen Laboratorium der deutschen technischen Hochschule in Prag, Chem. Centralblatt 1901 (I. Bd.), S. 1182.

[10]) Photogr. Mitteilungen 1902, S. 112.

[11]) Revue Suisse de Photographie 1902, S. 41.

[12]) Apollo 1901, S. 150, 214 und 215.

[13]) Photogr. Chronik 1902, S. 92.

[14]) Photogr. Chronik 1901, S. 244.

Platte unter Vermittlung der beiden seitlich angebrachten Spiegel geworfen werden kann.[15])

Patente auf *Magazincameras und auf verschiedene Wechselvorrichtungen* bei solchen Cameras wurden erteilt *H. O. Försterling,*[16]) *Johann Adler* in Berlin (Balgcamera, bei welcher der Plattenwechsel innerhalb des Balges erfolgt),[17]) *Henry Dudley Haight* (Auslösevorrichtung für Magazincameras mit vorne überkippenden Platten,[18]) *Thomas Ernst Meadowcrott* in London (Magazincamera mit nach innen klappender verstellbarer Vixierscheibe,[19]) *Magnus Niéll* in Kew bei London (Wechselkassette für Platten oder geschnittene Films),[20]) *C. P. Görz* in Friedenau bei Berlin (Buchcamera mit seitlich angeordnetem Magazin und Vorrichtung um die Platten in die Bildebene zu bringen; Vorrichtung zum Plattenwechseln am Tageslicht).[21])

Neue Konstruktionen von Handcameras wurden *Jean Pantasso* in Genf (Flachcamera mit zwei gegen die Mittelachse zusammenklappbaren Teilen, an deren einem das Plattenmagazin angebracht ist und Buchcamera für Rollfilms)[22]) patentiert.

Merckenstein in Paris richtete seine Stereoskopcamera für die Verdoppelung des Focus ein. Die Aktiengesellschaft *Camerawerk Palmos* in Jena erhielt ein Patent (124537 vom 8. 1. 1901) auf eine Klappcamera mit selbsttätiger Verklinkung oder Verriegelung des Objektivträgers zwischen den Klappwänden, Dr. *Paul Krügener* in Frankfurt a. M. auf eine Handcamera mit nach allen Richtungen verschiebbarem Vorderteil (D. R.-P. 123751, *J. Garet* und *J. J. Rouse* auf eine Spiegelvorrichtung zum Einstellen des Bildes (engl. Patent 7974).

Frederik Mackenzie und *George Wishart* in Glasgow wurde eine photographische Camera mit einlegbarer Plattentasche patentiert (D. R.-P. 113874).

Wechselvorrichtungen für Handcameras wurden patentiert *C. P. Görz* (Magazinwechselkassette),[23]) *O. Lischke* in Kötzschenbroda (Kassette zum Wechseln der Platten durch die Belichtungsöffnung hindurch),[24]) *J. E. Thornton* in Altrincham England (Wechselkassette),[25]) *H. Ernemann* (Wechselvorrichtung für Films, Magazincameras).[26])

Ueber einige Konstruktionen von Cameras für Autotypie und Farbendruck schreibt *A. Massak* in *Eders* Jahrb. für Photogr., 1902, S. 178. Der Genannte beschreibt die Apparate der Wiener Firma *R. A. Goldmann*, wie sie an der Wiener k. k. graphischen Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie in Verwendung stehen, und erwähnt unter anderem die von *Tschörner* angegebene Einrichtung des um die Objektivachse drehbaren, mit Gradeinteilung versehenen Objektivbrettes, welche Einrichtung es ermöglicht, die verschiedenen, dem jeweiligen Stande des Rasters entsprechenden Formblenden zu entbehren, indem es genügt, das Objektiv mit dem Raster in gleichem Sinne und in gleichem Grade zu drehen.

Für die Herstellung einer grösseren Anzahl von Bilder mit einem Objektiv auf einer Platte dient der *Photo-Vervielfältiger* von *Th. Brown.*[27]) Derselbe besteht aus einem Reflektor aus einer Anzahl von Spiegeln, welche auf der Vorderseite versilbert sind und unter einem geneigten Winkel zu einander stehen. Ein solcher Apparat wird unmittelbar vor die Camera unter einem Winkel von 45° gebracht und zwar in solcher Stellung, dass jeder einzelne Spiegel des Reflektors von dem vervielfältigt aufzunehmenden Gegenstande ein Bild reflektiert.

[15]) Photogr. Chronik 1901, S. 440.
[16]) D. R.-P. 113397 und 124532.
[17]) D. R.-P. 121803.
[18]) D. R.-P. 117672.
[19]) D. R.-P. 117959.
[20]) D. R.-P. 117132.
[21]) D. R.-P. 120652 und 124536.
[22]) D. R.-P. 120653 und 124534.
[23]) D. R.-P. 124848.
[24]) D. R.-P. 120798.
[25]) D. R.-P. 123014.
[26]) D. R.-P. 124442.
[27]) Brit. Journ. Photogr. 1901, S. 296.

Apparate zum Kopieren, Entwickeln u. s. w., Serienapparate.

Eine grössere Anzahl von Kopiervorrichtungen wurden zum Patente angemeldet oder unter Musterschutz gestellt.[28])

Eine photographische *Kopiermaschine* wurde *Herm. Otto Försterling* patentiert[29]). Die Maschine besitzt ein in sich geschlossenes Bildband, welches die Films trägt. Da z. B. für kinematographische Aufnahmen sehr verschiedene Bildbandlängen zur Verwendung gelangen, so ist eine Rolle beweglich angeordnet, so dass das Bildband stets gespannt erhalten werden kann. Ein beweglicher Stempel enthält elektrische Lampen, die beim jedesmaligen Herunterdrücken ausgelöst, d. h. zum Entflammen gebracht werden und das lichtempfindliche, unter dem Negativband befindliche Filmsband belichten. Durch die obige Anordnung ist der Apparat sehr compendiös.

Einen *pneumatischen Kopierrahmen* konstruierte *Gerlach.*[30]) Solche Apparate, bei denen lichtempfindliches Papier von einer Rolle abgewunden und dem Lichte ausgesetzt wird, wobei der atmosphärische Luftdruck das Anpressen des Papieres gegen das Negativ besorgt, sind schon dagewesen. Der Apparat *Gerlachs* benutzt aber zu diesem Zwecke ein Luftkissen, welches mit Luft gefüllt, das Papier an das Negativ anpresst und entleert, es loslässt, so dass es frei passieren kann. Die Druckfläche ist bei dem *Gerlach*schen Apparate schräg gestellt.

Entwicklungsapparate, in denen Films automatisch entwickelt event. auch fixiert werden, wurden mehrere zum Patente angemeldet und patentiert. Ein solcher Apparat, welcher zum Entwickeln von Films bei Tageslicht dient, wurde z. B. von *Normann Wight*[31]) konstruiert. Das Entwicklungsgehäuse ist durch eine wagerechte Wand in zwei Teile geteilt und mit roten Beobachtungsfenstern versehen. An das Gehäuse ist ein zweites angesetzt, welches das belichtete Bildband aufgerollt enthält. Von dieser Rolle wird nun auf die im Gehäuse befindliche Haspel soviel aufgerollt, dass die Haspel gerade bedeckt ist, das Band dann automatisch abgeschnitten und die Haspel gedreht, wobei das Filmsband nach dem Wegziehen der Zwischenwand und Heben einer unter dem Bande befindlichen Schale mit Entwickler in diese läuft und die Hervorrufung erfolgt. Auf dieselbe Weise kann fixiert und gewaschen werden.

Einen Apparat, welcher die rasche *gleichzeitige Herstellung von positiven und negativen Bildern* zur Aufgabe hat, liess sich die *Chem. Fabrik auf Aktien vorm. Schering*, Berlin, patentieren (D. R.-P. 122194). Bei diesem Apparate wird ein Filmsband durch einen Aufnahmeapparat, und sodann anschliessend in ununterbrochener Reihenfolge durch das Entwicklungs- und Fixierungsbad und durch die Waschflüssigkeiten geführt; der erhaltene Bildstreifen wird auf einem zum Kopieren geeigneten Streifen automatisch kopiert, die Kopie entwickelt, fixiert u. s. w.

Apparate zum Entwickeln und Fixieren von Filmsstreifen sind ferner *A. Laner* in Steglitz,[32]) *Jules Eugene Gregory* in New York,[33]) *Hans Löscher* in Lankwitz[34]) u. a. patentiert worden. Eine Vorrichtung, zum gleichen Zwecke bestimmt, ist die *Windhamentwicklungsmaschine*[35]) und ein in neuester Zeit zum Entwickeln, Fixieren u. s. w. von Kodakfilmsbändern am Tageslichte in den Handel gebrachter Entwicklungsapparat.

Ueber die *Fortschritte auf dem Gebiete der Herstellung von Serienapparaten, Kinematographen u. s. w.* müssen wir an dieser Stelle auf die ausführlichen illustrierten Berichte in den *Eder*schen Jahrbüchern für Photographie für 1901 und 1902 verweisen.

Es soll an dieser Stelle nur bemerkt werden, dass man in neuerer Zeit mit Erfolg versucht hat, die Filmsbänder, welche im Aufnahme- und Projektionsapparate zur Abrollung gelangen und deren wenn auch geringe Bewegung im

[28]) Beschreibung und Zeichnung siehe Eders Jahrb. f. Photogr. 1901 und 1902.
[29]) D. R.-P. 121651.
[30]) Engl. Pat. 2997, 1901.
[31]) D. R.-P. 120566.
[32]) D. R.-P. 119791.
[33]) D. R.-P. 118576.
[34]) D. R.-P. 116864.
[35]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 427.

Momente der Projektion das störende Flimmern und Zittern der Projektionsbilder hervorbringt, durch eine runde Platte zu ersetzen, auf welcher die einzelnen Bilder in einer Spirale angeordnet sind. Ein solcher Apparat wurde von *Alfred Bréard*[36]) in Paris konstruiert. *L. U. Kamm* in London (D. R.-P. 120967) benutzt gleichfalls scheibenförmige Platten zur Aufnahme und Projektion. Auf denselben sind die Bilder spiralig angeordnet; die Scheibe wird gleichzeitig gedreht und gegen das Objektiv verschoben.

F. Albertini, A. Copelletti und *L. Cancèllieri* bringen, um die grosse Länge der Filmsbänder zu vermeiden, die Bilder in mehreren Reihen nebeneinander an.[37])

Bezüglich der Verwendung von *Momentverschlüssen* fand *Pfaundler*,[38]) dass der Schlitzverschluss mit relativ geringer Schlitzhöhe allen anderen Verschlüssen überlegen sei, wenn es sich um möglichste Detailschärfe im Bilde handelt, aber auf Abwesenheit jeder Verzerrung kein Gewicht gelegt wird. Wenn es sich um gleichmässige Verteilung der Helligkeit auf der Platte bei grossen Oeffnungen handelt, ist der Schlitzverschluss den anderen Verschlüssen, mit Ausnahme des Zentralverschlusses zwischen den Linsen, vorzuziehen. (Fortsetzung folgt).

36) Allgem. Photogr. Zeitung 1901/2, S. 299.
37) Photogr. Chronik 1901, S. 343.
38) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 142 ff.

Kleinere Mitteilungen.

Beeinflussung des Flussmetalls durch Zusatz von Aluminium.

(Auszüglich aus Jern kontorets Annaler 1902, Heft 6 und 7.)

Als klassische Arbeit über die Beeinflussung von Eisen und Stahl durch Zusatz von Aluminium sind die Untersuchungen des bekannten Metallurgen *R. A. Hadfield*, Sheffield, anzusehen, die derselbe 1890 gelegentlich der Herbstversammlung der Mitglieder des Iron and Steel Institutes in New York vorlegte. Bei diesen Untersuchungen, welche vom rein metallurgischen Standpunkt aus betrachtet, von grösster Bedeutung sind, suchte *Hadfield* Legierungen möglichst reinen Eisens mit Aluminium zuwege zu bringen, von welch letzterem in gewissen Fällen bis 5,6 v. H. im fertigen Produkte nachzuweisen waren. Von den dabei erzielten Ergebnissen mögen die nachfolgenden hervorgehoben werden: Der Schmelzpunkt wird durch Zusatz von Aluminium nur unbedeutend herabgesetzt und zwar, wie *Osmond* feststellte, bei 5 v. H. Aluminium im Stahle um etwa 25° C. Die Leichtflüssigkeit des Metalls nimmt merkbar ab, sobald der Aluminiumgehalt 0,5 v. H. übersteigt. Die Schmiedbarkeit der Legierung hört auf bei einem Aluminiumgehalte von 5,6 v. H. und ihre Schweissbarkeit vermindert sich bei Steigerung des Aluminiumgehaltes. Zerreiss- und Biegeproben ergaben, dass die Zähigkeit gross war, so lange der Aluminiumgehalt nicht 1,5 v. H. betrug; bei weiterem Steigen desselben schien eine Abnahme der Zähigkeit einzutreten; Streck- und Bruchgrenze, sowie die Härte, erlitten nur geringe Veränderung durch Aluminium. Das Bruchaussehen wurde mit steigendem Aluminiumgehalte gröber.

Zur Erzielung dichteren Gusses genügt nach *Hadfield* ein Aluminiumzusatz in Höhe von 1 v. H.

Schliesslich mag noch *Hadfields* Vergleich von Silicium und Aluminium als Zusatz zum Stahl erwähnt werden: beide vergrössern die Dichtigkeit des Materials; sie besitzen ungefähr gleiches Atomgewicht — $Al = 27$, $Si = 28$ — und üben ziemlich gleichen kalorimetrischen Effekt aus — $Al = 7200$, $Si = 7830$ —. Beide tragen zur Ausscheidung von Kohle in Form von Graphit bei und ausserdem zum Körnigwerden des Bruches, aber Aluminium wirkt in dieser Beziehung stets kräftiger als Silicium, und *Hadfield* war der Ansicht, dass letzteres mehr zum Rothbruche beitrage, als Aluminium.

Unter den vielen wertvollen Erörterungen im Anschluss an *Hadfields* Vortrag verdienen besonders die von *J. E. Stead* und von *J. O. Arnold* hervorgehoben zu werden. Beide Metallurgen haben durch Versuche nachgewiesen, dass Aluminium von Kohlenoxyd neutralisiert wird; dies ist eine Tatsache, die umsomehr hervorgehoben werden muss, als dies Gas doch wohl eins der kräftigst reduzierenden sein dürfte, welches den Metallurgen zur Verfügung steht. Es ist deshalb auch von grosser Bedeutung, die Veranlassung zu kennen, die, wie bekannt, dazu führt, dass Kohlenoxyd zu den Gasen gehört, die von einem Eisenbade aufgenommen werden und infolgedessen zur Blasenbildung in den Gussblöcken führen.

Ausserdem spricht *Stead* wie *Arnold* die Ansicht aus, dass Aluminium eine chemische Verbindung mit dem Eisen eingeht, also mit demselben eine Legierung bildet. Als Grund für seine Ansicht führt *Stead* aus, dass durch den Aluminiumzusatz das spezifische Gewicht eine Vergrösserung erfährt, derart, dass 77 Raumteile Eisen und 23 Raumteile Aluminium nicht 100, sondern nur 97,3 Raumteile Aluminiumeisen bilden. Ergebnisse anderer Versuche, die *Stead* mit Tiegelstahl aus einem und demselben Tiegel mit und ohne Aluminiumzusatz durchführte, zeigen im allgemeinen eine nicht unbedeutende Vergrösserung der Dehnbarkeit und Zähigkeit, dagegen eine geringe Abnahme der Festigkeit; bei Prüfung als Federstahl, Schneidzeugstahl u. s. w. sowie gegen plötzliche Stosswirkungen und in bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen Aetzung fand *Stead* meistens keinen wesentlichen Unterschied in der Beschaffenheit bei beiden Arten mit und ohne Zusatz an Aluminium. Wo ein solcher aber wirklich auftrat, wie z. B. bei Verwendung als Federstahl, sowie in der Widerstandsfähigkeit gegen Stosswirkungen, zeigte sich Stahl mit Aluminiumzusatz überlegen.

Schliesslich weist *Stead* darauf hin, dass die durch Aluminium vergrösserte Zähigkeit so ansehnlich ist, dass sie auch nach dem Ausziehen zu Draht noch zur Geltung kommt.

Prof. *Arnolds* Mitteilungen stützten sich auf eine Reihe von Untersuchungen, welche in der technischen Schule in Sheffield zur Ausführung gebracht worden waren und über die später im Iron and Coal Trades Review, Bd. 42, S. 265 f., ausführlich berichtet wurde.

Arnolds Ansichten unterscheiden sich in sehr wesentlichen Punkten von denen *Hadfields*, welch letzterer im ganzen geringes Vertrauen in die Verwendbarkeit des Aluminiums beim täglichen Betriebe setzt. *Arnold* ist durch seine Versuche zu dem Schlusse gekommen, dass der Einfluss des Aluminiums auf die Dichtigkeit des Stahles nahezu 20 mal so gross ist, als der des Siliciums. Diese Behauptung wird seitens *Hadfield* bestritten, der den Unterschied zwischen Aluminium und Silicium in dieser Beziehung nur als ganz unbedeutend erachtet.

Durch *Brinells* umfassende Untersuchungen der Bedingungen, unter denen dichte Blockgüsse erreicht werden, ist inzwischen klargestellt, dass *Arnold* in dieser Beziehung recht hat. *Brinell* fand, dass das Dichtungsvermögen des Aluminiums um 17,3 mal so gross ist, als das des Siliciums.

Nächst *Hadfield* erhob Prof. *John W. Langley*, Pittsburg, gewichtige Einwendungen gegen den Wert des Aluminiumzusatzes und zwar in einem Vortrage, den er im Jahre 1901 bei der Herbstversammlung des American Institute of Mining Engineers hielt (Transactions of the American Institute etc. 1901, S. 233).

Langley ist der Ansicht, dass Aluminium als Zusatz in zweierlei Weise wirken kann:

1., zerlegend auf das im flüssigen Metalle befindliche Kohlenoxyd unter Bildung von Tonerde und freier Kohle, die vom Eisen aufgenommen wird und

2., das Lösungsvermögen des Eisens in bezug auf Gase vergrössernd.

Die Zuverlässigkeit seiner Ansicht stützt *Langley* darauf, dass die Gase, welche keine Verbindung mit dem Aluminium einzugehen vermögen, doch ungehindert entweichen und Blasenbildung herbeiführen müssten, auch wenn das Kohlenoxyd, wie gesagt, durch einen Aluminiumzusatz neutralisiert wird. Im übrigen hat *Langley* gefunden, dass der zur Verdichtung der Gussblöcke erforderliche Aluminiumzusatz bei weitem nicht so gross zu sein braucht, wie *Hadfield* annimmt — 0,10 v. H. — sondern dass 0,012 bis 0,050 v. H. in der Regel völlig dazu ausreichen.

Schliesslich berichtet *Langley* über einen von *Mc Murtrie* bei der *Apollo Steel Co.* durchgeführten Versuch, bei Martinschmelzen an Stelle von Mangan Aluminium zuzusetzen. Der Versuch sei besonders günstig ausgefallen, indem er Stahl bester Beschaffenheit auch in bezug auf Bearbeitbarkeit zu dünnem Blech lieferte. Der dabei angewendete Zusatz belief sich auf etwa 0,03 Al. Dieses Ergebnis scheint im schärfsten Gegensatz zu den Beobachtungen von *P. C. Gilchrist* (Journal of the Iron and Steel Institute 1890, S. 195) zu stehen, nach denen Aluminium keineswegs Rotbruch zu beseitigen oder zu verhindern vermag. Dieser Widerspruch dürfte vielleicht seine Erklärung darin finden, dass Aluminium allerdings etwa im flüssigen Stahl vorhandenes Eisenoxydul zerteilt und somit den von letzterem verursachten Rotbruch beseitigt, nicht aber wie Mangan die vom Schwefelgehalt des Bades veranlasste Rotbrüchigkeit mildert. Vielleicht arbeitete *Mc Murtrie* mit einer schwefelfreien aber etwas eisenoxydulhaltigen Schmelze, während *Gilchrist* mit ziemlich schwefelhaltigem Materiale zu tun hatte.

Nach *Ledebur* (Handbuch der Eisenhüttenkunde, 3. Auflage

S. 876) ist das Dichtungsvermögen des Aluminiums so gut wie ausschliesslich abhängig von dessen Zerteilungsvermögen in bezug auf Eisenoxydul. Schon bei geringem Ueberschuss wirkt es schädlich, indem es die Flüssigkeit des Eisens herabdrückt, die Entweichung der Gase erschwert, die Pfeifenbildung in den Blöcken begünstigt und damit dessen Schmiedbarkeit und dessen Schweissbarkeit beeinträchtigt.

Styffe hebt wie *Ledebur* hervor (Jern kontorets Annalers 1892, S. 275), dass das Dichtungsvermögen des Aluminiums vor allen Dingen seiner Fähigkeit zuzuschreiben ist, Eisenoxydul und Kohlenoxyd zu zerteilen. Dagegen hält er es kaum für möglich, dass die kleinen Mengen von Aluminium, die zugesetzt werden, und von denen die allermeisten nahezu unmittelbar neutralisiert werden, an sich das Lösungsvermögen des Metalles für die Gase in nennenswertem Masse erhöhen können.

Da Aluminium auf die Gase Wasserstoff und Stickstoff, die vor allen in bezug auf Blasenbildung in Frage kommen, keinen direkten Einfluss auszuüben vermag, so sucht *Styffe* die Ursache für den günstigen Einfluss dieses Metalles darin, dass das Eisenoxydul an und für sich die Aufnahmefähigkeit des Eisens in bezug auf Gase und die Kraft, dieselben festzuhalten, wesentlich herabdrückt, dass das Eisenbad diese Fähigkeiten aber beim Zusetzen von Aluminium durch Befreiung vom Eisenoxydul wieder erhält. Es dürfte indessen doch zu bezweifeln sein, dass eine solche Erklärung gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen stichhaltig ist. Nicht selten kommt Eisen vor, welches vor und während des Abstiches eine gewaltige Gasentwicklung erkennen lässt, ohne dass irgend welche Rotbrüchigkeit an ihm festzustellen war bei einer Probung, welche sofort nach seiner Entnahme aus dem Ofen durchgeführt wurde, als die Gasentwicklung noch nicht begonnen hatte. Aber für die letztere heftige Gasentwicklung dürfte doch wohl kaum das Eisenoxydul verantwortlich zu machen sein, die, wie die Erfahrung lehrt, unmittelbar nach einem geringen Zusatze an Aluminium gänzlich aufhört. Nach derzeitiger Auffassung dürfte die Annahme, dass Aluminium, welches sich tatsächlich sofort im ganzen Eisenbade verteilt bei seiner Zusetzung, und auch ausser seiner zerteilenden Wirkung auf Eisenoxydul und Kohlenoxyd, das Lösungsvermögen des Eisens gegenüber den Gasen in hohem Grade noch vergrössert, obschon ein zurückgebliebener Rest von Aluminium analytisch beim Flussmetalle nicht nachgewiesen werden kann, doch dazu am meisten die Veranlassung geben.

Schwedische Untersuchungen über den Einfluss des Aluminiums auf Eisen und Stahl liegen nur *von Geijerstam* vor (I. K. A. 1893, S. 263). Sie wurden in der Hauptsache an Stahl mit höherem Kohlegehalt ausgeführt. Hierbei lieferten Zug- und besonders Schlagproben für Stahl mit Zusatz von Aluminium äusserst günstige Ergebnisse. Bei so hartem Stahl fand es *Geijerstam* indessen zur Vermeidung von Pfeifenbildungen nötig, den Aluminiumzusatz mittels Senkbüchsen einzubringen.

Neuere Untersuchungen liegen vor von *Brinell* und *Wahlberg*. Eingehende Mitteilungen hierüber finden sich in J. K. A. 1902, Heft 6 und 7. Von ausführlicher Wiedergabe der Ergebnisse muss aus Raummangel Abstand genommen werden. Als hauptsächliches Ergebnis sei mitgeteilt, dass Festigkeitsversuche im Mittel aus hunderten von Proben eine geringe (1—3 v. H.) Steigerung der Festigkeit und Dehnbarkeit durch Aluminiumzusatz ergaben.

Am Schlusse seiner hier auszüglich wiedergegebenen Abhandlung fasst Ingenieur *Wahlberg* auf Grund seiner älteren und neueren Versuche seine Ansicht über die Wirkung des Aluminiumzusatzes wie folgt zusammen:

1. bei Stahl von ungewöhnlicher Härte sei ein richtig bemessener Aluminiumzusatz von Vorteil, vorausgesetzt, dass Anordnungen zur Vermeidung von Gaspfeifen im Gusse getroffen wären; durch einen solchen Zusatz würden die Dichte und die Homogenität des Blockmaterials vergrössert und die mechanischen Eigenschaften desselben verbessert;
2. bei weichem Stahle könne ein Zusatz von Aluminium ebenfalls von Nutzen sein, es müsse jedoch höchst vorsichtig vorgegangen werden.

Wenn die Frisch- und Abstichtemperatur der schliesslichen Zusammensetzung richtig abgepasst wären, dann dürfte ein Aluminiumzusatz nicht immer zu empfehlen sein, weil dadurch eine Verminderung der Festigkeit, besonders der Biegbarkeit herbeigeführt werden könne. Es dürfe auch nicht übersehen werden, dass man, wenn die Zusammensetzung des Stahlbades Blöcke mit Blasenbildung zwischen Kern und Oberfläche erwarten lasse, durch unangemessenen Aluminiumzusatz Blöcke mit Oberflächenblasenbildung erhalten könne. *Dr. Leo.*

Bücherschau.

Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Herausgegeben vom Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberamtsbezirk Dortmund. Berlin. 1903, Julius Springer.

Von dem sehr umfangreichen und wertvollen Werke, das im ganzen 7 Bände umfassen wird, sind bisher erschienen:

Band II: Ausrichtung, Vorrichtung, Abbau, Grubenausbau.
Band IV: Gewinnungsarbeiten, Wasserhaltung.
Band V: Förderung.

Eine kurze Besprechung des letzten Bandes mag die Art und Weise der Behandlung des Stoffes verdeutlichen.

Da eine richtig angelegte Förderung unter Umständen eine Lebensbedingung für eine Grube sein kann, so ist es erklärlich, wenn die Verfasser des vorliegenden Teiles, Bergassessor *Wilhelm Müller* und Ingenieur *Oldenburger*, dieses Gebiet mit grosser Ausführlichkeit behandeln. Die gesamte Förderung ist eingeteilt in 4 Abschnitte: Fördermaterialien, Gruben-, Schacht- und Tagesförderung. Der erste Abschnitt beschäftigt sich mit Förderwagen und Gestängen. Der zweite behandelt in erster Linie Seilbahnen, daneben die Förderung mit Pferden und Lokomotiven, sowie auf Bremsbergen und einfallenden Strecken. Kettenförderung, die im Saargebiet sehr beliebt ist, ist ganz fortgeblieben, da sie sich den eigentümlichen Verhältnissen der westfälischen Gruben nicht hat anpassen lassen und deshalb hier für den Betrieb unter Tage gar nicht mehr zur Anwendung kommt. Um so eingehender und wertvoller sind die Mitteilungen über Seilförderung, besonders über die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen. Ueber Anschaffungs- und Betriebskosten auf einer grossen Anzahl von Gruben geben ausführliche Tabellen Aufschluss. Es stellt sich heraus, dass von Bahnen mittlerer Leistung die Hälfte mit 7 bis 9 Pf. pro km arbeitet, ein Betrag, der sich nur unter sehr ungünstigen Verhältnissen bei geringer Leistung auf 20 Pf. und mehr erhöht, während bei Pferdeförderung der Durschnitt etwa 20 bis 25 Pf. beträgt.

Im dritten Kapitel: „Schachtförderung" werden zunächst die verschiedenen Seilarten nach ihrer konstruktiven und wirtschaftlichen Seite hin erörtert. Von besonderem Interesse sind die Mitteilungen über *Koepe*seile, sowie über zwei neuere Erfindungen von *Felten & Guilleaume*, patentverschlossene und flachlitzige Seile, über die allerdings noch kein abschliessendes Urteil gefällt wird. Beide suchen den Fehler der gewöhnlichen rundlitzigen Seile zu vermeiden, dass nur einzelne Drähte zum Aufliegen kommen und daher schnell verschleissen. Die verschlossene Konstruktion verhindert ausserdem jegliches Eindringen von Feuchtigkeit in das Seilinnere.

Die folgenden Abschnitte behandeln Förderkorb und Schacht mit Ausrüstung sowie Fördergerüste, und endlich die Motore der Schachtförderung. Das Anwachsen der Fördertiefe, die nach Mitteilung des Verfassers in Westfalen heute meistens etwa 500 m, zuweilen 700 bis 800 m beträgt, und die Vergrösserung der Leistung brachten es mit sich, dass die Fördergeschwindigkeit von 3 bis 6 m/Sek. auf 10 bis 11 m/Sek. im Mittel gesteigert werden musste. Damit ging Hand in Hand eine vollständige Umwälzung im Bau der Maschinen und Seiltrommeln, die auf geringes Gewicht der bewegten Massen und möglichst vollkommenen Ausgleich der Drehmomente hinzielte. Beides ist, wie der Verfasser ausführt, nur unvollkommen erreicht. Die Ansicht, dass die Anwendung von Spiraltrommeln wegen ihres grossen Gewichtes nur in sehr seltenen Fällen vorteilhaft ist, scheint nicht allgemein geteilt zu werden, da die Ausstellung in Düsseldorf eine sehr grosse Maschine dieser Bauart vorführte. Die *Koepe*förderung wird im ganzen günstig beurteilt, wenigstens für mittlere Teufen, für grössere Teufen macht die Führung des Unterseiles Schwierigkeiten. Im allgemeinen behält die zylindrische Trommel den Vorrang.

Der Verfasser beschränkt sich auf die Besprechung der Dampfmaschinen; elektrische Förderung findet keine Berücksichtigung.

Im 4. Kapitel werden kurz Ketten-, Seil- und Lokomotivförderung über Tage, sowie Drahtseilbahnen besprochen.

Die Anordnung und Behandlung des Stoffes in diesem, wie in den andern Bänden ist übersichtlich und klar. Dadurch, dass eine so grosse Anzahl von Gruben ihre Erfahrungen zur Verfügung gestellt hat, gewinnt das Werk ganz besonderen Wert. Es darf daher jedem, der sich über fremde Erfahrungen im Bergbau unterrichten will, dringend empfohlen werden. *v. H.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 42. Berlin, 17. Oktober 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Die störenden Bewegungen der Lokomotive unter Berücksichtigung der auftretenden Reibungswiderstände.

Von Dipl.-Ingenieur **Karl Wolters**, Hannover.

(Fortsetzung von S. 645 d. Bd.)

c) Kräfte 7). und 8).

Somit sind noch die schon eingangs erwähnten die störenden Bewegungen hervorrufenden Kräfte näher zu bestimmen und zwar zunächst die Pressungen der Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen. Der wagerechte Abstand derselben von der Y-Achse ist zwar veränderlich und beträgt, wenn die dem Schwerpunkte am nächsten liegende Achse die Treibachse ist, für die rechte Maschine

$$L + r \cdot \cos(\pi - a) - \Delta_1 = L - r \cdot \cos a - \Delta_1$$

und für die linke Maschine

$$L - r \cdot \cos\left(a - \frac{\pi}{2}\right) - \Delta_1 = L - r \cdot \sin a - \Delta_1$$

Mithin gibt diese Kraft die Momente

für die Querachse:

$$\left.\begin{aligned} &= -\left[P' \cdot \frac{r}{L} \cdot \sin a \cdot (L - r \cdot \cos a - \Delta_1)\right. \\ &\qquad \left. - P'' \cdot \frac{r}{L} \cdot \cos a \cdot (L - r \cdot \sin a - \Delta_1)\right] \\ &= -\left[\frac{r^2}{2 \cdot L} \cdot (P' - P'') \cdot \sin(2\,a)\right. \\ &\qquad \left. + \frac{r}{L} \cdot (L - \Delta_1) \cdot (P' \cdot \sin a - P'' \cdot \cos a)\right] \end{aligned}\right\} \quad 19).$$

für die Längenachse:

$$= \frac{r}{L} \cdot e \cdot (P' \cdot \sin a + P'' \cdot \cos a) \quad . \quad 20).$$

und die Summe der vertikal gerichteten Pressungen beträgt

$$\frac{r}{L} \cdot (P' \cdot \sin a - P'' \cdot \cos a) \quad . \quad . \quad 21).$$

Ferner haben wir noch den bei der Bestimmung des Achsgabeldruckes erwähnten Massendruck zu berücksichtigen und zwar können wir dabei das durch die endliche Länge der Lenkstange entstehende Fehlerglied fortlassen, wodurch nur eine sehr geringe Ungenauigkeit entsteht. Wir erhalten somit für die rechte Maschine den Massendruck

$$\vartheta' = \frac{\mu \cdot v^2}{r} \cdot \cos a$$

und zwar ist er der Richtung wegen negativ in Rechnung zu stellen. Der Massendruck der linken Maschine dagegen beträgt

$$\vartheta'' = \frac{\mu \cdot v^2}{r} \cdot \sin a$$

Jetzt sehen wir, dass für den Quadranten I beide Werte negativ sind und für den Quadranten III beide Werte positiv. Um den Betrag des Massendruckes ist nun die Kolbenstangenkraft P entweder kleiner oder grösser zu wählen. Infolgedessen ändern sich auch die Kreuzkopfdrücke. Die Grösse dieses Wertes beträgt

für die rechte Maschine:

$$= \vartheta' \cdot \frac{r}{L} \cdot \sin a = -\frac{\mu \cdot v^2}{2 \cdot L} \cdot \sin(2\,a)$$

für die linke Maschine:

$$= -\vartheta'' \cdot \frac{r}{L} \cdot \cos a = +\frac{\mu \cdot v^2}{2 \cdot L} \cdot \sin(2\,a)$$

Mithin erhalten wir ein Moment für Drehungen um die Z-Achse

$$= e \cdot \frac{\mu \cdot v^2}{r} \cdot (\cos a - \sin a) \quad . \quad . \quad 22).$$

die Summe beider in Richtung der X-Achse beträgt

$$= -\frac{\mu \cdot v^2}{r} \cdot (\cos a + \sin a) \quad . \quad . \quad 23).$$

in lotrechter Richtung erhalten wir weiter die Summe dieser Kräfte

$$= -\frac{\mu \cdot v^2}{2 \cdot L} \cdot \sin(2\,a) + \frac{\mu \cdot v^2}{2 \cdot L} \cdot \sin(2\,a) = 0 \quad . \quad 24).$$

ferner für Drehungen um die X-Achse

$$= -e \cdot \frac{\mu \cdot v^2}{2 \cdot L} \cdot \sin(2\,a) \quad . \quad . \quad . \quad 25).$$

d) Kräfte 9). bis 11).

Dem schädlichen Einfluss dieser eben erwähnten Kräfte tritt vor allem die Reibung entgegen. Da diese erst bei eingetretener Bewegung ihren Höchstwert erreicht, den sie dann während der Bewegung auch beibehält, so dürfen wir sie nicht von vornherein als vorhandene Kraft einführen, sondern müssen erst untersuchen, ob die Bewegung überhaupt eintritt. Als Reibungsziffer soll dabei die der gleitenden Bewegung in Rechnung gestellt werden. Von den Reibungskräften kommen nun vor allem in Frage:

1. die Reibung der Lager der Trieb- und Kuppelachsen an den lotrechten Flächen der Achsgabeln,
2. die Reibung an den wagerechten Flächen des Drehgestells,
3. die Reibung an den senkrechten Flächen des Drehgestells,
4. die Reibung an den wagerechten Flächen der Federstützen auf den Achsbüchsen,
5. die Reibung der Räder auf den Schienen,
6. die Reibung der einzelnen Federlagen der Blattfedern aufeinander,

7. die Reibung an den Berührungsflächen mit dem Tender.

Bezeichnet man weiter

- f_1 die Reibungsziffer zwischen Rad und Schiene,
- f_2 die Reibungsziffer der Federlagen aufeinander,
- Q_d die auf einer der Gleitflächen des Drehgestells ruhende Last,
- Q_t die Belastung eines Rades der Treibachse, gemessen als Druck in der Federstütze,
- Q_k die Belastung eines Rades der Kuppelachse, gemessen als Druck in der Federstütze,
- Q_t' die Belastung beider Räder der Treibachse + Achsgewicht,
- Q_k' die Belastung beider Räder der Kuppelachse + Achsgewicht,
- $2 . \varepsilon_2$ die Entfernung der Rollkreise beider Räder voneinander;

nehmen wir ferner an, dass die Bewegung der in Frage kommenden Teile wirklich eingetreten sei, dann ist

1. die Reibung an den Achsgabeln der Triebachse bei Vernachlässigung des Massendruckes, wenn man gleich für die Werte P' und P'' die numerischen Grössen K' und K'' einführt, weil die positive bezw. negative Richtung der Kolbenstangenkraft bald ein Anliegen an der vorderen und bald an der hinteren Achsgabel bedingt, was auf die Richtung der Reibung ohne Einfluss ist:

$$= f . \left(\frac{K'}{2} \pm T_t\right)$$

und

$$= f . \left(\frac{K''}{2} \pm T_t\right)$$

mithin das Moment beider Gleitflächen für die Y- und Z-Achse

$$= \Delta_1 f . \left[\left(\frac{K'}{2} \pm T_t\right) + \left(\frac{K''}{2} \pm T_t\right)\right] \quad . \quad 26).$$

Ebenso das Moment der Achsgabelreibung der Kuppelachse für dieselben Achsen

$$= \Delta_2 . f . \left[\left(\frac{K'}{2} \pm T_k\right) + \left(\frac{K''}{2} \pm T_k\right)\right] \quad . \quad 27).$$

Ferner auf die X-Achse bezogen die Momentensumme aller vier in Frage kommenden Flächen

$$\sqrt{c^2 + h_2^2} . f . [K' \pm (T_t + T_k) + K'' \pm (T_t + T_k)]; \quad 28).$$

ferner die Summe der Kräfte in lotrechter Richtung

$$= f . \left[\{K' \pm (T_t + T_k)\} + \{K'' \pm (T_t + T_k)\}\right] \quad . \quad 29).$$

2. Nehmen wir wagerechte Berührungsflächen an, dann erhalten wir an jeder Fläche die Reibung von der Grösse

$$= Q_d . f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 30).$$

mithin ein Moment beider Flächen bezogen auf die Z-Achse

$$= \Delta_5 . 2 . Q_d . f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 31).$$

Ausserdem haben wir aber am Drehgestell noch eine wagerechte Feder, die bestrebt ist, bei eingetretener Abweichung aus der mittleren Lage das Drehgestell in seine Mittelstellung zurückzuführen. Diese kommt dann noch der Reibung zu Hilfe, sodass wir ein Gesamtmoment erhalten

$$= \Delta_5 . (2 . Q_d . f + k_{d_1} \Delta_5 . \zeta) \quad . \quad . \quad 32).$$

wenn k_{d_1} den Starrheitskoeffizienten dieser Feder bedeutet und wenn die Reibung zwischen den einzelnen Federlagen nicht berücksichtigt wird.

3. Die Reibung an den senkrechten Flächen des Drehgestells liefert, wenn man die Dicke des Führungssteines nicht beachtet, sowohl für die Y- wie Z-Achse das Moment

$$= \Delta_5 . \varkappa . f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 33).$$

bei Drehungen um die X-Achse dagegen

$$= h_3 . \varkappa . f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 34).$$

in Richtung der Z-Achse ferner die Kraft

$$= \varkappa . f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 35).$$

4. Nehmen wir wagerechte Berührungsflächen an, dann erhalten wir bei Drehungen um die Z-Achse aus der Reibung auf den Stützflächen der Federstützen der Trieb- und Kuppelachse zusammen das Moment

$$= 2 . f . (Q_t . \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon^2} + Q_k . \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon^2}) \quad 36).$$

5. Weiter gibt die Reibung der Räder des Drehgestells bei Drehungen um die Z-Achse unter Voraussetzung gleicher Belastung das Moment

$$= \infty \, (Q + Q_1) . f_1 . \Delta_5 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 37).$$

die Neigung gegen die Schiene beträgt zwar im allgemeinen $^1/_{20}$, da jedoch das eine Rad sich um gerade soviel hebt, wie das andere sich senkt, so wird sich bei kleinen Drehungen der Gesamtschwerpunkt nicht heben, infolgedessen erhalten wir obige einfache Form.

Ebenso liefern Trieb- und Kuppelachse zusammen das Moment

$$= f_1 \, (Q_t' . \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} + Q_k' . \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_2^2} \quad 38).$$

6. Federreibung. Hierbei möge bezeichnen

- $\mathfrak{h}$ die Stärke einer Federlage,
- o die Anzahl der Federlagen einer Feder,
- $2 . l'$ die ganze Länge der Feder,
- $2 . P_f$ die Belastung einer Feder
- f_d die Durchbiegung der Feder unter der Last $2 . P_f$,
- E den Elastizitätsmodul für Stahl in $^{kg}/_{qcm}$,
- J das Trägheitsmoment einer Federlage, bezogen auf eine wagerechte Schwerpunktsachse.

Wir hatten nun zu Anfang die Kraft, welche nötig ist, eine Feder zusammenzupressen, der Zusammendrückung proportional angenommen; genauer noch können wir sie zerlegen in zwei einzelne Kräfte, von denen die eine die Feder durchbiegt, d. h. Formänderungsarbeit leistet, während die andere durch Reibung zwischen den einzelnen Federlagen verzehrt wird. Die erstere Arbeit erhalten wir beim Zurückbiegen vollständig wieder, die zweite dagegen bekommen wir nicht nur nicht zurück, sondern, wenn wir die Druckabnahme in derselben Weise vor sich gehend denken, wie die Druckzunahme, geht von der in der Feder aufgespeicherten Arbeit ein ebenso grosser Teil als Reibung noch einmal verloren, weil die einzelnen Teile beim Zurückbiegen doch denselben Weg zurücklegen müssen, wie beim Durchbiegen. Tritt nun die Bewegung der Lokomotive ein, dann können wir diese Reibung wiederum als wirkliche Kraft einführen, und zwar lotrecht nach oben drückend an der zusammenzupressenden Feder und nach unten ziehend an der sich ausdehnenden Feder. Diese Reibung erhalten wir nun folgendermassen: bei der Berechnung der Feder hatten wir angenommen, dass der Druck P_f (Fig. 5) sich in gleicher Grösse in den Punkten $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$ u. s. w. übertragen würde, mithin erhalten wir in bezug auf die Mittellinie das Moment

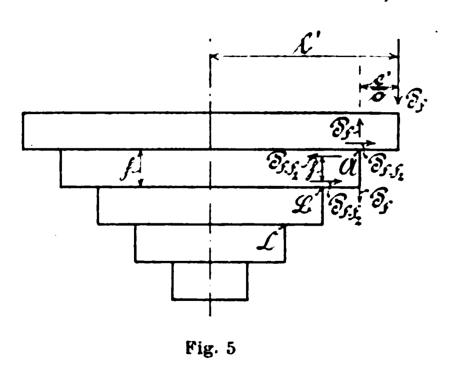


Fig. 5

$$= \left(P_f . \frac{l'}{o}\right) . o = P_f . l'$$

Die Reibung gibt nun im Punkte $\mathfrak{A}$ für die erste Federlage eine nach aussen gerichtete Kraft und für die zweite Federlage eine nach der Mitte gerichtete; ebenso für die Punkte $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$ u. s. w. Mithin erhalten wir, wenn wir je zwei an einer Lage wirkende Kräfte zu einem Moment zusammenfassen und wenn wir annehmen, dass auch an der obersten und untersten Federlage ein gleiches Moment vorhanden wäre, die Summe der Momente zu

$$P_f . f_2 . \mathfrak{h} . o$$

Damit erhalten wir an der Feder ein Gesamtmoment von der Grösse

$$\mathfrak{M} = P_f \cdot l' - P_f \cdot f_2 \cdot \mathfrak{h} \cdot o$$

Die Durchbiegung einer Feder bei einem Momente $\mathfrak{M}$ beträgt nun allgemein

$$f_d = \frac{\mathfrak{M} \cdot l'^2}{2 \cdot E \cdot (J \cdot o)}$$

dies gibt in unserm Fall

$$f_d = \frac{P_f \cdot \{l' - f_2 \cdot \mathfrak{h} \cdot o\} \cdot l'^2}{2 \cdot E \cdot J \cdot o}$$

und daraus erhalten wir

$$P_f = \frac{2 \cdot f_d \cdot E \cdot J \cdot o}{(l' \mp f_2 \cdot \mathfrak{h} \cdot o)\, l'^2} \quad . \quad . \quad . \quad 39).$$

und zwar gilt das obere Vorzeichen beim Zusammendrücken und das untere positive beim Ausdehnen der Feder. Für $f_d = 1$ m erhalten wir daraus den Starrheitskoeffizienten, und zwar sehen wir jetzt, dass derselbe, nicht wie früher angenommen, konstant ist, sondern sich nach der jeweiligen Bewegung richtet.

Als letzter der für die Erzeugung von Reibung wichtigen Flächen ist noch der Berührungsflächen zwischen Tender und Maschine zu gedenken. Die gewöhnliche Kupplung zwischen Maschine und Tender besteht in einem in der Maschinenachse gelagerten Bolzen und seitlich von diesem haben wir durch eine im Tender liegende Feder gegen geneigte Flächen der Maschine angepresst zwei Bolzen (Fig. 6), die Reibung an den Berührungsflächen dieser Bolzen mit der Maschine soll nun berücksichtigt werden. Dreht die Maschine sich um die Z-Achse, dann wird die eine Seite der Feder stärker zusammengepresst, infolgedessen dreht sie sich um ihre Mitte, sodass der Druck auf die beiden Flächen immer derselbe ist. Diese Flächen sind ferner nicht eben, sondern immer keilförmig, infolgedessen haben wir bei Drehungen um die X-Achse auch keine Berührung der keilförmigen Flächen aufeinander, sondern von Kanten und Ecken auf Flächen. Zur Vereinfachung nehmen wir nun ebene Flächen an.

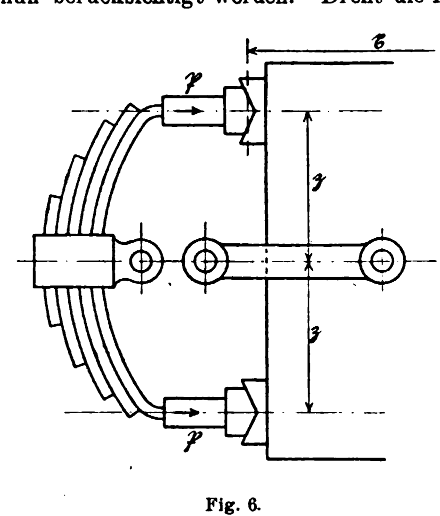


Fig. 6.

Bezeichnet nun

- $\mathfrak{P}$ den Druck für jede Fläche,
- $\mathfrak{z}$ den wagerechten Abstand jeder Flächenmitte von der Maschinenmitte,
- h_4 den senkrechten Abstand derselben vom Schwerpunkt des von den Federn getragenen Teiles der Maschine,
- $\mathfrak{x}$ den Horizontalabstand von der Y-Z-Ebene,

damit ist die zur Verfügung stehende Reibung für jede Fläche

$$= \mathfrak{P} \cdot f$$

Mithin das Moment bei Drehungen um die X-Achse

$$= 2 \cdot \mathfrak{P} \cdot f \cdot \sqrt{h_4^2 + \mathfrak{z}^2} \quad . \quad . \quad . \quad 40).$$

und bei Drehungen um die Y- und Z-Achse

$$= 2 \cdot \mathfrak{P} \cdot f \cdot \mathfrak{x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 41).$$

ferner die Summe der Kräfte in Richtung der Z-Achse

$$= 2\, \mathfrak{P} \cdot f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 42).$$

Wenn der Tender noch im Gleichgewicht sein sollte, dürften diese Kräfte und Momente nicht grösser ausfallen, als die betreffenden Momente der Reibung an den Achsgabeln des Tenders auf dessen Schwerpunkt bezogen, bezw. als diese Reibung selbst. Werden sie nämlich grösser, dann wird der Tender gezwungen, die Bewegungen der Maschine mitzumachen, und in diesem Fall treten an Stelle der obigen drei Gleichungen die entsprechenden Momente bezw. Reibungswerte der Achsgabelreibung des Tenders. Diese Reibung an den Achsgabeln erhalten wir, wenn wir die zur Fortbewegung des Tenders erforderliche Kraft aus Gleichung 17). bei Anwendung derselben auf den Tender ausrechnen, wobei wir für die Werte des Drehgestells jetzt diejenigen des Tenders einsetzen; und zwar erhalten wir für einen voll beladenen dreiachsigen Tender von 36,9 t Gesamtgewicht und 1,105 t Radsatzgewicht, ferner von 0,16 Achsschenkelstärke und 0,49 Radhalbmesser, wenn wir die Reibung an der Mittelachse bei Drehungen um die Y- und Z-Achse vernachlässigen, die nötige Zugkraft zu

$$\frac{{}^1/_2 \cdot (36900 - 3 \cdot 1105) \cdot 0{,}015 \cdot 0{,}16 + 36900 \cdot 0{,}0005}{0{,}49} = 119$$

Damit sind die Höchstwerte

$$\left. \begin{array}{l} 2 \cdot \mathfrak{P} \cdot f \sqrt{h_4^2 + \mathfrak{z}^2} \\ \leqq 119 \cdot 0{,}1 \cdot \sqrt{\left(\frac{1{,}956}{2}\right)^2 + 1{,}1^2} \leqq \infty\, 20 \end{array} \right\} 40\,a).$$

$$2 \cdot \mathfrak{P} \cdot f \cdot \mathfrak{x} \leqq \frac{119}{6} \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}5 \cdot 4 \leqq \infty\, 12 \quad 41\,a).$$

$$2 \cdot \mathfrak{P} \cdot f \leqq 119 \cdot 0{,}1 \leqq \infty\, 12 \quad . \quad . \quad 42\,a).$$

Da nun der zur Erzielung dieser Höchstwerte erforderliche Druck, der beiläufig nur

$$\mathfrak{P} = \frac{20}{2 \cdot f \cdot \sqrt{h_4^2 + \mathfrak{z}^2}} = 106$$

mit den beim Wanken benutzten Zahlenwerten ergeben würde, bei weitem vorhanden ist, so muss der Tender mithin an den Bewegungen der Maschine teilnehmen.

Ferner haben wir noch des Einflusses des Zuges im Kuppelbolzen bei eingetretenen Drehungen um die Y- und Z-Achse zu gedenken. Bei solchen sucht eine Komponente von W die Lokomotive stets in ihre ursprüngliche Lage zurückzudrehen. Die Grösse dieses Momentes ergibt sich beispielsweise bei Drehungen um die Y-Achse durch folgende Rechnung, bei der (s. Fig. 7)

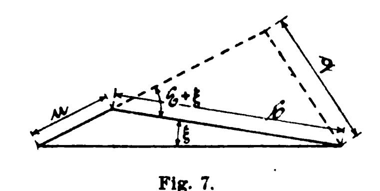


Fig. 7.

- ξ den Winkel der Verdrehung der Maschine bedeutet, ferner
- b den Abstand der Mitte des Kuppelbolzens an der Maschine von der Y-Achse,
- u die Länge des Kuppelbolzens,
- q die Lotrechte von der Schwerpunktsachse auf die Verlängerung des Kuppelbolzens.
- ς den Winkel von u mit der X-Achse.

Unter der Voraussetzung, dass der Tender sich nicht drehen würde, ist dann

$$b \cdot \sin \xi = u \cdot \sin \varsigma$$

oder annäherungsweise

$$b \cdot \xi = u \cdot \varsigma$$

daraus folgt

$$\varepsilon = \frac{b}{u} \cdot \xi$$

Weiter ist

$$q = b \cdot \sin (\varsigma + \xi) = \infty\, b \cdot \left\{ \xi \cdot \frac{b + u}{u} \right\}$$

damit hat das Moment, welches die Maschine zurückzudrehen bestrebt ist, die Grösse

$$= W \cdot q = W \cdot b \cdot \left\{ \xi \cdot \frac{b+u}{u} \right\} \quad . \quad . \quad 43).$$

Der letzte der die Bewegung hindernden Widerstände ergibt sich folgendermassen aus der Konstruktion der Lokomotive: dreht sich dieselbe beispielsweise um die X-Achse, dann nehmen die Räder an dieser Bewegung keinen Anteil, folglich auch nicht der Kurbelzapfen, und damit auch nicht das rotierende Ende der Schubstange. Die Gleitbahn aber, welche an dem Rahmen befestigt ist, muss sich mit drehen, folglich auch der Kreuzkopf und damit auch das andere Schubstangenende. Da nun die Schubstange in ihrer Länge vollkommen bestimmt ist, so müssen andere Teile nachgeben, und zwar wird der Kolben sich langsamer bezw. schneller bewegen, je nachdem, in welchem Quadranten sich der Kurbelzapfen befindet, und je nachdem, ob der Kreuzkopf gehoben oder gesenkt wird. Die bei dieser Beschleunigung oder Verzögerung des Kolbens und Gestänges auftretende Kraft vermehrt oder vermindert die Kolbenstangenkraft und ruft durch weitere Veränderung des Kreuzkopfdruckes stets ein die Maschine zurückzudrehen bestrebtes Moment hervor. Ebenso haben wir bei Drehungen um die Y-Achse und bei Bewegungen in der Z-Richtung eine in derselben Ursache begründete Kraft mit derselben Wirkung.

Ihrer bei kleinen Drehungen geringen Wirkungen wegen soll jedoch, um die Rechnung nicht zu verwickelt zu gestalten, auf diese Vorgänge nicht näher eingegangen werden.

(Fortsetzung folgt).

Ausnutzung des Auspuffdampfes von Dampfmaschinen in einer mit einem Wärmespeicher verbundenen Niederdruckdampfturbine.

In Belgien und Frankreich ist schon seit einiger Zeit ein Vorschlag viel besprochen, den der bekannte Professor *M. A. Rateau* gemacht hat; und nachdem jetzt seit Monaten die von ihm vorgeschlagene Anlage im Betriebe sich durchaus bewährt hat, möge im folgenden eine kurze Beschreibung der ganzen Einrichtung nebst näheren Angaben über die Betriebsergebnisse gegeben sein. Wir folgen darin einem Aufsatze, den *Rateau* selbst in dem Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale veröffentlicht hat[1]). Wir müssen, um zu begreifen, um was es sich handelt, zunächst kurz darauf eingehen, welche Energie sich einer Dampfmenge von bestimmter Spannung entziehen lässt. Die Wärmetheorie lehrt, dass bei vollständiger Expansion eines kg trocken gesättigten Dampfes von einem Druck P auf einen Gegendruck p eine Leistung von

$$N = E \left[r \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1} + \int_{T_2}^{T_1} C \cdot \frac{T - T_2}{T} \cdot d\,T \right]$$

erzielt werden kann, wobei E das mechanische Wärmeäquivalent, T_1 und T_2 die den Drucken P und p entsprechenden Temperaturen, C die spezifische Wärme des Wasserdampfes bei der Temperatur T, und r die Verdampfungswärme des Wasserdampfes bezeichnen. In einem ausserordentlich lesenswerten Aufsatze, den *Rateau* seinerzeit in der Revue Mécanique hat erscheinen lassen[2]), ist dargelegt, wie der Verfasser für eine grosse Reihe von verschiedenen Drucken N den theoretischen Dampfverbrauch K für eine PS und Stunde bestimmt hat, den man aus jenem Werte N erhält, indem man 270000 durch N teilt. Indem nun die so erhaltenen Zahlen für diesen theoretischen Dampfverbrauch in ein Liniennetz eingetragen wurden, bei dem die Abzissen den Gegendruck, die Ordinaten den Anfangsdruck darstellten, ergab sich, dass die gleichen Werte für K nebeneinander auf einer graden Linie lagen und es konnte für K die folgende Gleichung aufgestellt werden[3])

$$K = 0{,}85 + \frac{6{,}95 - 0{,}92 \cdot \log p}{\log P - \log p}$$

oder

$$K = \frac{6{,}95 - 0{,}07 \cdot \log P + 0{,}85 \cdot \log\, p}{\log \dfrac{P}{p}}$$

Aus der Gleichung von *Rateau* ist ohne weiteres der Grund ersichtlich, weshalb die Anwendung der Kondensation bei Dampfmaschinen einen Vorteil bringt. Geht doch der Dampfverbrauch für eine PS und Stunde umsomehr herunter, je grösser das Verhältnis $\frac{P}{p}$ wird. Dann ist aber auch mit Hilfe dieser Gleichung das folgende bemerkenswerte Ergebnis zu erhalten: Bei einem Druck P gleich 6 $^{kg}/_{qcm}$ und p gleich 1 kg, beträgt der theoretische Dampfverbrauch 8,8 kg für eine PS und Stunde, während er nur 9,3 kg bei den Drucken P gleich 1 und p gleich 0,15 wird, wie er in gewöhnlichen Kondensatoren erzielt werden kann. Es ist selbstverständlich, dass in Wirklichkeit die angegebenen Ziffern nicht erreicht werden. Würde man eine Kolbendampfmaschine mit diesen Drucken P gleich 1 und p gleich 0,15 arbeiten lassen, so würde der thermische Wirkungsgrad im besten Falle wohl höchstens 40 v. H. betragen, da gerade bei diesen niedrigen Drucken die Abkühlungsverluste bei solchen Maschinen ganz beträchtlich werden. Günstiger liegen die Verhältnisse für eine Dampfturbine, bei der bekanntlich diese Abkühlungsverluste deswegen soviel geringer sind, weil alle Teile stets mit Dampf von derselben Spannung in Berührung kommen; hier ist ein Wirkungsgrad von 65 v. H. ohne weiteres erzielbar. Bei Ausnutzung dieses Dampfes von einer Atmosphäre in einer Kolbendampfmaschine würden also rund 23 kg zur Erzeugung einer PS nötig sein, während bei einer Dampfturbine hierzu nur 14,3 kg erforderlich wären. Bekanntlich verursacht nun die gewöhnliche Anwendung der Kondensation bei Dampfmaschinen eine beträchtliche Ersparnis im Dampfverbrauch, die im günstigsten Falle bis auf 35—40 v. H. steigen kann. Bei einzelnen Maschinen wird diese Zahl aber nicht annähernd erreicht, so namentlich in den Fällen, wo wir es mit Maschinen zu tun haben, die nur intermittierend arbeiten, wie dies z. B. bei Fördermaschinen und Walzenzugmaschinen der Fall ist. Für diese hat nun *Rateau* vorgeschlagen, den Auspuffdampf in einen Wärmespeicher übergehen zu lassen, von dem aus er zu einer Maschine hinüberfliesst, in der er weiter ausgenutzt wird; und wie wir gesehen haben, ist das Vorteilhafteste in solchem Falle, eine Dampfturbine zu verwenden.

Dabei dient der Wärmespeicher dazu, in Zeiten des grossen Dampfverbrauches der Fördermaschine diejenige Menge Dampf, welche nicht in der Turbine verbraucht wird, in sich aufzunehmen und sie während der Zeiten des Stillstandes der Fördermaschine an die Turbine abzugeben, also den unterbrochen stattfindenden Ausfluss aus der Fördermaschine in einen ununterbrochenen Zufluss zur Dampfturbine zu verwandeln. Dieser Apparat ist in Fig. 1 u. 2 dargestellt. Er besteht aus einem schmiedeeisernen, senkrechten Kessel $C\,C$, in dem eine Reihe von wagerechten Schalen A_1, B_1, A_2, B_2, A_n, B_n eingebaut sind. Diese sind teilweise mit Wasser gefüllt und ruhen eine auf der anderen. Durch kleine Absätze sind Zwischenräume von einigen Zentimetern zwischen den einzelnen Schalen hergestellt. Der zylindrische Kessel erhält einen Dampfeinlasstutzen D und einen Dampfauslasstutzen E. Der eintretende Dampf gelangt zu den einzelnen Schalen durch einen mittleren Kanal F und der Teil, welcher sich nicht kondensiert, geht an den Wänden entlang bis zum Austrittsstutzen E. Fährt

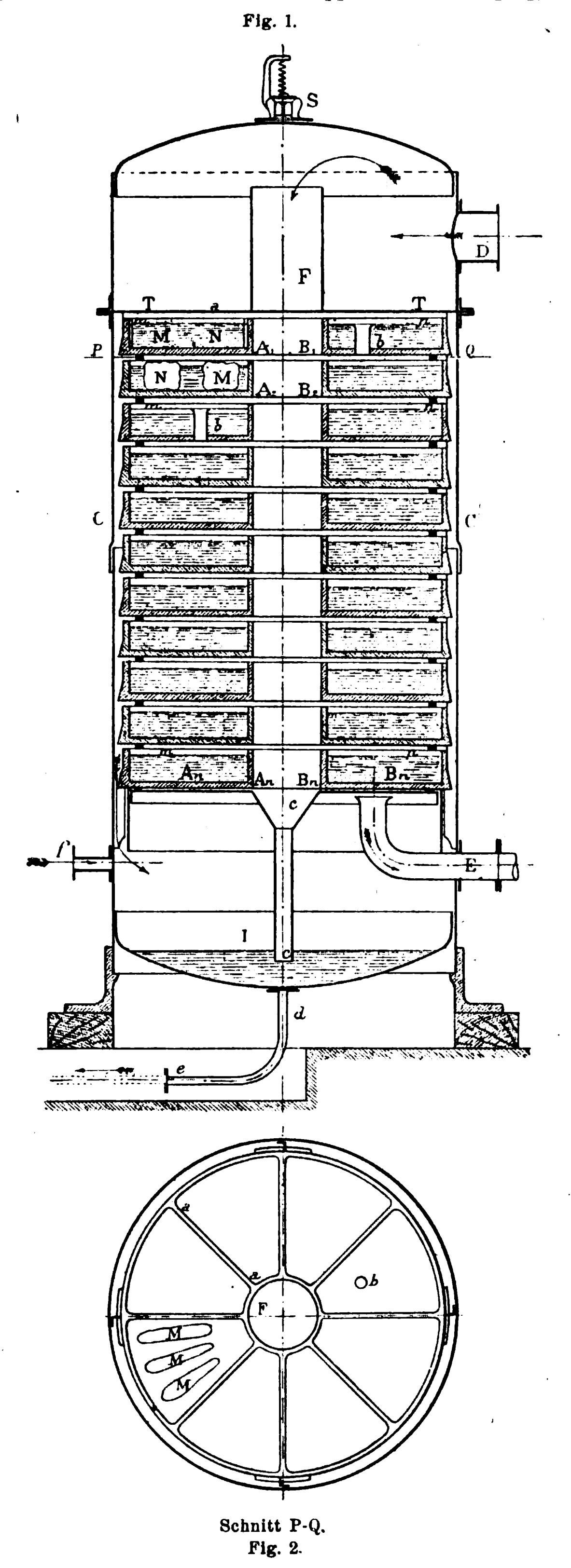
[1]) Quatrième Série Tome II, I[re] Livraison, 1903.

[2]) August 1900.

[3]) Professor *Mollier* hat in der Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure vom 18. Juni 1898 eine ganz ähnliche, wenn auch um ein Geringes ungenauere Gleichung gegeben, die etwas einfacher ist. Im obigen folgen wir aber in allen Punkten den Ausführungen von *Rateau*.

nun die Fördermaschine an, so wird sie eine grosse Menge Dampf plötzlich in dem geschilderten Apparat entsenden. Dadurch, dass dieser teilweise kondensiert, wird das Wasser in den Schalen erhitzt. Hört alsdann der Zufluss des Dampfes auf, so wird eine lebhafte Wiederverdampfung des erwärmten Wassers eintreten und während vorhin der Ueberschuss an Dampf, welcher nicht durch den Apparat hindurchging, sich

Fig. 1.



Schnitt P-Q.
Fig. 2.

niederschlug, wird jetzt die fehlende Dampfmenge in ihm sich neu bilden. Das Ergebnis wird also ein ununterbrochener Ausfluss von Dampf aus dem Austrittsstutzen E sein. Selbstverständlich sind, damit dieser Vorgang stattfinden kann, Temperatur- und Druckschwankungen im Apparat vorhanden. Sie sind aber, wie die Praxis gezeigt hat, nicht gross. Es handelt sich um 3—6° C. oder um 0,15—0,25 kg/qcm, bei der Grösse des Wärmespeichers, wie er jetzt ausgeführt wird. Natürlich kann man, indem man den Apparat im Verhältnis zu der vorhandenen Dampfmenge vergrössert, die Schwankungen noch mehr herabziehen.

Da in dem eintretenden Dampf häufig Wasser vorhanden ist, so wird naturgemäss die Wassermenge in den Schalen etwas steigen und es sind daher Ueberlaufröhrchen b vorgesehen, sodass das Wasser von einer Schale zur anderen rieseln kann. Schliesslich sammelt es sich am Boden des Kessels an und wird hier durch ein im weiteren Verlauf als Siphon ausgebildetes Rohr d e abgezogen.

Die gesamte Anordnung eines solchen Wärmespeichers in Verbindung mit der Turbine, wie sie zum erstenmale auf der Zeche Bruay in Nord-Frankreich im Kohlenbecken von Pas-de-Calais aufgestellt ist, wird durch Fig. 3 u. 4 wiedergegeben. Der von der Fördermaschine kommende Dampf gelangt durch die Rohrleitung V in den Wärmespeicher A, der hier in 3 gleiche Apparate A_1, A_2, A_3 zerlegt wurde, da er sonst zu grosse Abmessungen angenommen hätte. Von ihm geht durch die Rohrleitung B der Abdampf zu der Turbine T, die er durch das Auspuffrohr E wieder verlässt. Die Turbine treibt zwei Dynamomaschinen F_1 und F_2, die zur Erzeugung von elektrischer Energie dienen. Ein Anschluss H ermöglicht den Zutritt von Frischdampf von der Kesselanlage aus zur Turbine. In ihm ist ein selbsttätig wirkendes Dampfdruckverminderungsventil G eingeschaltet, dass den Frischdampf nur dann eintreten lässt, wenn die Spannung in dem Wärmespeicher unter eine festbestimmte Grösse sinkt, die nach Belieben gross gehalten werden kann. Durch das Auspuffrohr E wird der Dampf zu irgend einen beliebigen Kondensator geführt. Auf dem Wärmespeicher selbst ist ein selbsttätig wirkendes Sicherheitsventil S angebracht, das sich in dem Augenblick öffnet, wo der Druck im Wärmespeicher eine bestimmte Grösse überschreitet. Ein sehr empfindlicher Regulator R sorgt dafür, dass die Geschwindigkeit der Turbine trotz der Veränderungen des im Wärmespeicher herrschenden Druckes und trotz der wechselnden Belastung der Dynamomaschine höchstens um 2 v. H. schwankt.

Durch diese Anordnung ist eine vollständige Unabhängigkeit der beiden Maschinen, der Fördermaschine und der Turbine, erreicht; denn wenn die Letztere nicht den ganzen von der Ersteren kommenden Dampf verbraucht, so öffnet sich selbsttätig das Sicherheitsventil, und es findet ein Auspuff ins Freie statt. Sind andererseits die Arbeitspausen der Fördermaschine so gross, dass diese nicht genügend Dampf zum Betrieb der Turbine abgibt, so öffnet sich das Dampfdruckverminderungsventil und es wird die Turbine unmittelbar aus den Kesseln gespeist. Selbstverständlich kann durch einen Schieber in der Leitung B für vollständiges Abschliessen des Wärmespeichers gegenüber der Turbine gesorgt werden und diese kann dann zu Zeiten, wo die Fördermaschine überhaupt nicht arbeitet, mit Frischdampf betrieben werden. Wie aus Fig. 3 u. 4 ersichtlich, nimmt die ganze Anordnung ausserordentlich wenig Platz fort. Es ist ja bekannt, dass dies ein Vorzug der Dampfturbine vor Kolbendampfmaschinen überhaupt ist. Der Wärmespeicher selbst aber kann draussen im Freien in irgend einer sonst nicht benutzten Ecke aufgestellt werden und es ist ein sorgfältiger Schutz gegen Regen nicht notwendig, wenn man auch für irgend eine Isolationsschicht sorgen wird, um die Ausstrahlung des Apparats möglichst zu verkleinern.

Man kann der ganzen Anordnung vorwerfen, dass zu Zeiten, wo ein Frischdampfverbrauch eintritt, die Turbine ungünstig arbeitet. Dieser Vorwurf wird dann von geringer Bedeutung sein, wenn man es mit einer sehr regelmässig arbeitenden Fördermaschine zu tun hat. Im entgegengesetzten Falle aber kann man auf zweierlei Weise diesem Uebelstande abhelfen. Entweder kann man anstatt der einen Turbine zwei benutzen, welche auf dieselbe Welle montiert sind und von denen die eine nur mit Abdampf vom Wärmespeicher her, die andere nur mit Frischdampf von den Kesseln arbeitet. In diesem Falle wird die letztere von vorneherein für hohen Druck konstruiert und wird dann 8—9 kg Dampf für eine elektrische PS bei voller Belastung verbrauchen, also sehr wirtschaftlich arbeiten. Das zweite Mittel besteht darin, den Gegendruck der Fördermaschine zu erhöhen, sodass diese mit einer Auspuffspannung von

vielleicht 3 kg/qcm arbeitet. Der Frischdampf wird dann nicht auf so sehr niedrige Spannung herab gemindert, wie es im ersteren Falle notwendig war, und infolgedessen wird auch der Verbrauch der Dampfturbine an Frischdampf nicht so erheblich sein. Er wird vielleicht 10 kg für eine PS_e und Stunde betragen, also nicht mehr wie bei einer mittelguten Kolbendampfmaschine, die mit Verbundwirkung und Kondensation arbeitet. Dieses Mittel hat ausserdem noch den Vorteil, dass der Dampfverbrauch der Fördermaschine wahrscheinlich zurückgehen wird. Er erhöht sich zwar durch die Vergrösserung des Gegendruckes, dafür werden aber die Abkühlungsverluste, weil jetzt die Temperaturen im Zylinder nicht mehr so stark wechseln, beträchtlich kleiner.

Ohne auf die Rechnungen, die *Rateau* anstellt und die im besonderen auf französische Zustände zugeschnitten sind, weiter einzugehen, wollen wir doch die Hauptergebnisse seiner Ueberlegungen kurz anführen. Er behauptet, dass bei einer Zeche, die mit einer Zwillingsmaschine ohne Kondensation arbeitet, welche einen Dampfverbrauch von 8000 kg in der Stunde hat, 400 elektrische PS bequem gewonnen werden können. Indem er den Dampf, der von den anderen auf der Zeche aufgestellten Maschinen kommt, ebenfalls mit zum Betrieb der Turbine benutzt, will er einen Gewinn von 1000 PS erreichen. Aehnliche Rechnungen führt er auch für ein Walzwerk und andere mit intermittierend arbeitenden Maschinen versehene Fabriken aus. Aber die Anwendung des geschilderten Systems bringt auch dann einen Nutzen, wenn die Hauptmaschinen bereits mit Kondensation versehen sind, wie z. B. folgende Ueberlegung zeigt. Eine Fördermaschine möge 6000 kg verbrauchen, durch einen Anschluss an eine Kondensation würden 900—1200 kg gespart werden. Mit diesen könnte man in einer gewöhnlichen Kolbendampfmaschine 90 bis 120 PS_e erzielen. Lässt man den Dampf der Fördermaschine jedoch in einen Wärmespeicher auspuffen, so werden von den 6000 kg ungefähr 80 v. H., also 4800 kg trockener Dampf zur Ausnutzung in der Turbine gelangen können, 20 v. H. sind für Abkühlungsverluste abgezogen. Diese 4800 kg sind aber imstande in der Turbine eine Leistung von 300 PS_e zu erzeugen, gegenüber den 90—120 bei der normalen Ausbildung der Maschine mit Kondensation. Dass auf diese Weise ganz beträchtliche Ersparnisse sich erzielen lassen, liegt ohne weiteres auf der Hand, zumal wenn man bedenkt, dass ausser der Ersparnis an Brennstoffkosten auch die Bedienungskosten für Kessel fortfallen, die im anderen Falle zur Erzeugung der notwendigen Dampfmenge aufgestellt werden müssten, und wenn man ferner erwägt, dass die Anschaffungskosten eines solchen Wärmespeichers und einer Turbine auf jeden Fall geringer sind, als die einer Kesselanlage mit der zugehörigen Kolbendampfmaschine; denn der Wärmespeicher wird nicht entfernt soviel Ausgaben wie neue Kessel verursachen.

Die auf der Zeche Brücy vorgenommenen Versuche lieferten zunächst nicht die günstigen Ergebnisse, welche im voraus berechnet waren. Es lag dies aber an verschiedenen Umständen, welche mit dem System selbst nichts zu tun hatten und diesem daher nicht zur Last gelegt werden können. Einerseits war der Wärmespeicher etwas zu klein; es ist zu bedenken, dass man es hier mit der ersten Ausführung eines solchen Apparates zu tun hatte. Andererseits war die Arbeit der Fördermaschine noch nicht so gross, wie sie späterhin zweifellos werden wird, da die Zeche sich noch nicht in vollem Betrieb befindet, und schliesslich war das

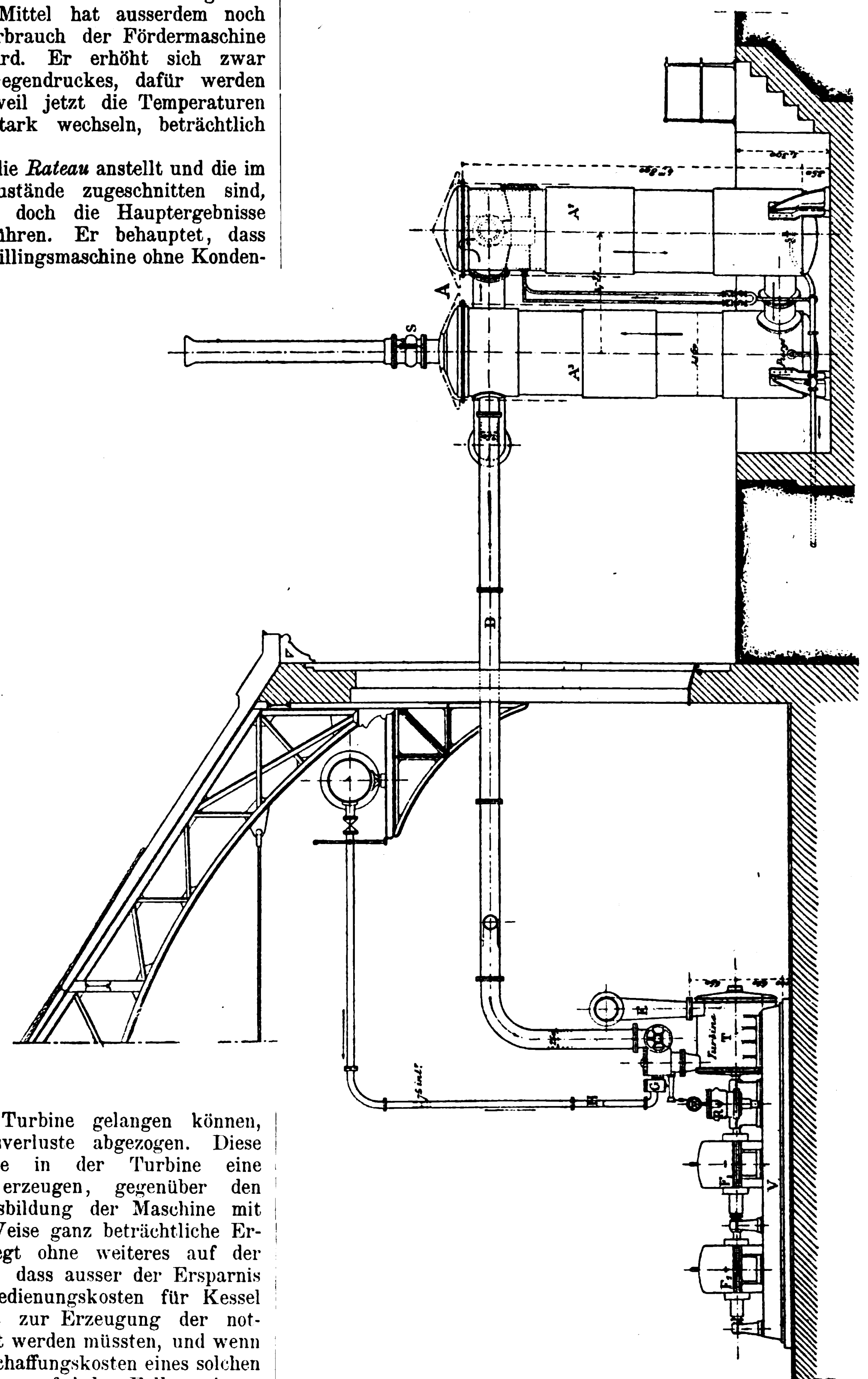


Fig. 3.

durch den Kondensator hervorgerufene Vakuum nicht so hoch wie erwartet. Der zu kleine Wärmespeicher verursachte etwas zu grosse Schwankungen in der Spannung, wie das auch aus dem Diagramm (Fig. 5) hervorgeht, das mit einem selbsttätig aufzeichnenden Druckmesser am Wärmespeicher abgenommen wurde. Die Tatsache, dass die Fördermaschine

noch nicht die erwartete Dampfmenge hergab, und noch nicht so regelmässig arbeitete, wie sie das späterhin bei vollem Betriebe tun wird, verursachte ein zu häufiges Arbeiten der Turbine mit Frischdampf, und das relativ schlechte Vakuum im Kondensator trieb den Dampfverbrauch von einer PS und Stunde in die Höhe. Fig. 5, die aus der

Fig. 4.

Zahl der von *Rateau* gegebenen Diagramme herausgegriffen ist, wird ohne weiteres verständlich sein. Die Strecke von $A-B$ stellt eine Periode in der Arbeit der Fördermaschine dar. Im Anfang hatte die Maschine längere Zeit stillgestanden und nachdem die Spannung im Punkte H bis unter Atmosphäre gesunken war, öffnete sich das selbsttätige Druckverminderungsventil in der Frischdampfleitung bis zu dem Augenblick, wo die Fördermaschine von neuem zu arbeiten begann. Im Punkte C fing das Sicherheitsventil, das hier auf 0,4 $^{kg}/_{qcm}$ gestellt war, an abzublasen. Während der Zeit, wo dieses Diagramm abgenommen wurde, betrug der Druck vor der Turbine $P = 0{,}89$ $^{kg}/_{qcm}$, hinter ihr

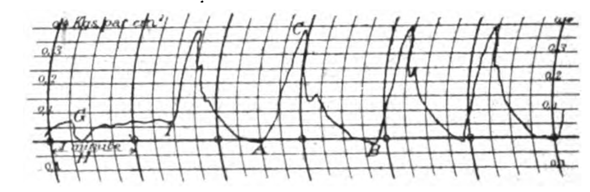


Fig. 5.

$p = 0{,}266$ $^{kg}/_{qcm}$, und es wurden 198 PS geleistet. Der mutmassliche Dampfverbrauch, wie er sich aus den Versuchen schliessen liess, den die Turbine vor ihrem Einbau auf der Zeche in der Werkstätte zu bestehen gehabt hatte, war annähernd 5000 kg. Später sind, als der Kondensator besser arbeitete, von der Zeche selbst, unter Leitung des belgischen Professors *Hubert* nochmals Versuche unternommen

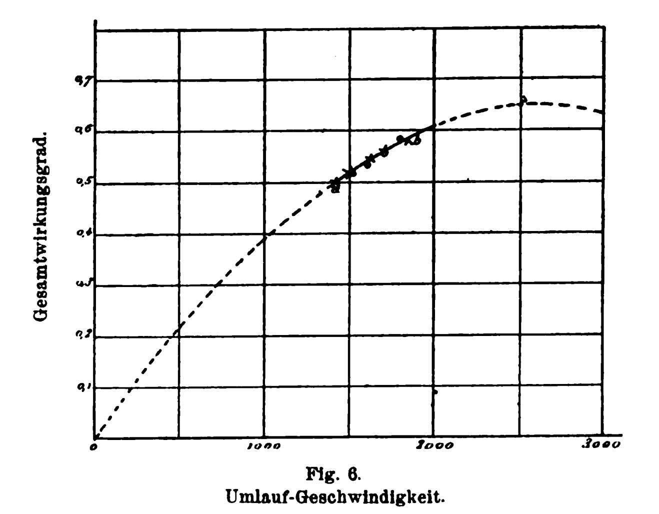


Fig. 6.
Umlauf-Geschwindigkeit.

worden und es sind dabei die in unserer Zahlentafel S. 664 niedergelegten Ergebnisse erzielt worden. In dieser sind neben dem gemessenen Dampfverbrauch stets die theoretisch berechneten Dampfverbrauchszahlen eingetragen und aus beiden in der letzten Spalte der Gütegrad der Turbine berechnet. Es konnte eine grössere Belastung wie 241 PS aus örtlichen Gründen nicht herbeigeführt werden, nur für einen Augen-

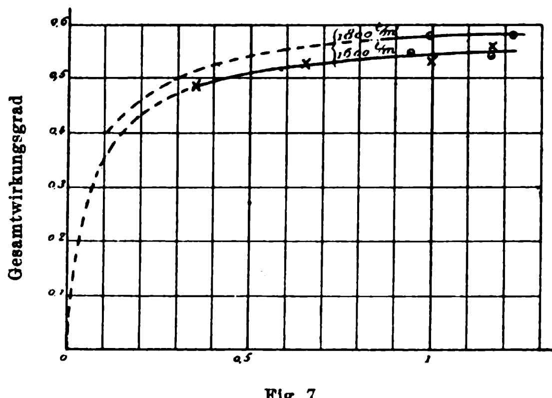


Fig. 7.
Belastung.

blick stieg einmal die Leistung auf den zu No. 6 angegebenen Wert von 282 Pferden, bei dem aber natürlich keine genaueren Beobachtungen gemacht werden konnten. Es entsprechen diese hier erhaltenen Ziffern im grossen und ganzen denjenigen, die an der Turbine in der Werkstatt vor ihrer Montage gefunden wurden. Die Ergebnisse dieser Versuche

sind in den durch die Fig. 6, 7 und 8 dargestellten Kurven niedergelegt worden. In Fig. 6 ist der Gesamtwirkungsgrad in Funktion der Geschwindigkeit aufgetragen. Die punktierten Aeste der Kurve sind nicht durch Beobachtungen erhalten, sondern nur hinzugezeichnet, um zu zeigen, dass der beste Wirkungsgrad von etwa 65 v. H. bei ungefähr 2500 Umdrehungen erreicht worden wäre. Fig. 7 gibt den Gesamtwirkungsgrad in Funktion der Belastung für zwei verschiedene

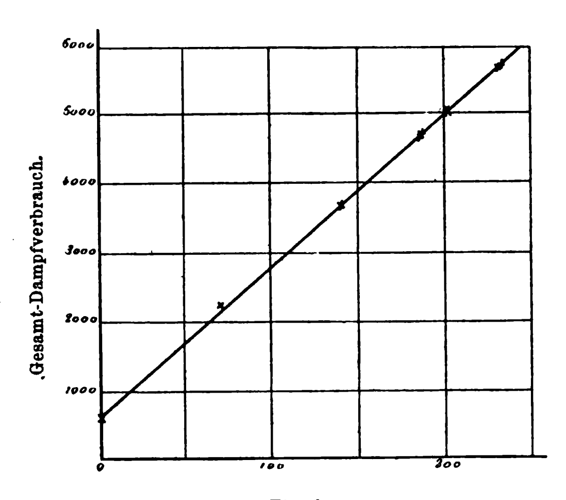


Fig. 8.
Belastung in Kilowatt.

Geschwindigkeiten, nämlich von 1600 und 1800 Touren. Die Belastung selbst ist hierbei nicht absolut, sondern in Hundertteilen der Vollast aufgetragen und diese Kurven zeigen, dass der Wirkungsgrad der Turbine bei Herabgehen der Belastung bis auf 0,35 der Vollast nur wenig sinkt. Fig. 8 endlich zeigt den Gesamtdampfverbrauch in Kilogramm f. d. Stunde in Funktion der Belastung in Kilowatt. Zu dieser Darstellung ist eine weitere Erklärung unnötig.

Es dürfte vielleicht von Interesse sein im Anschluss an obige Ausführungen noch ganz kurz einige Worte über die Konstruktion der benutzten Turbine zu vernehmen. Es ist dieses eine nach dem System des Professors *Rateau* gebaute Dampfturbine mit einer grösseren Anzahl von Rädern, die auf dieselbe wagerechte Achse montiert sind. Diese drehen sich zwischen Scheiben, die fest in dem Zylinder angebracht sind und am Umfang einzelne Oeffnungen, die Leitschaufeln, tragen. Das ganze bildet also eine Hintereinanderschaltung von Dampfturbinen mit teilweiser Beaufschlagung, welche der Dampf gleichlaufend zur Achse durchströmt, wobei er abwechselnd durch einen Kreis von festen Schaufeln und einen solchen von beweglichen hindurchtritt. Die Expansion des Dampfes vollzieht sich nur in den Leitschaufeln, sodass der Dampf auf die Schaufeln der Triebräder einzig und allein durch seine lebendige Kraft wirkt. Es ist infolgedessen ein solches Triebrad auf beiden Seiten von Dampf gleicher Spannung umgeben und es können deshalb die Zwischenräume zwischen den Schaufeln und den angrenzenden Teilen verhältnismässig gross gemacht werden, ohne dass zu beträchtliche Lässigkeitsverluste zu erwarten wären. Die radiale Ausdehnung der Triebschaufeln und der Querschnitt der Leitschaufeln vergrössern sich mehr und mehr, je später sie vom Dampf durchströmt werden, sodass die Durchströmungsquerschnitte für den Dampf mit der Grösse seines Volumens, das ja durch die Expansion stetig wächst, zunehmen.

Wenn auch die auf die ganze Anordnung gesetzten Hoffnungen sich vielleicht nicht in dem Masse erfüllen werden, wie *Rateau* dieses hofft, so halten wir doch die Anordnung für ausserordentlich zukunftsreich und glauben, dass man ihr auch in Deutschland das grösste Interesse schenken sollte. Allerdings wird ja der Einführung zunächst das Bedenken entgegenstehen, dass der Fördermaschinenbetrieb dadurch verwickelt und gefährlich gemacht werden könnte. Wir sind aber der Ansicht, dass dies nicht in nennenswertem Masse der Fall ist, und dass ein Fördermaschinist sich mit Leichtigkeit auch in den derartig veränderten Betrieb wird hineinfinden können.

Zahlentafel.

Nummer	Umdrehungen in der Minute	Elektrische Pferdestärken	Absolute Spannungen		Gesamt-Dampf-verbrauch	Dampfverbrauch in kg für 1 PS und Std.		Gütegrad
			Anfangsdruck P kg/qcm	Enddruck p kg/qcm	1 i. d. Std.	Gemessen kg	Theoretisch kg	
1	1580	0	0,11	0,085	600	—	—	—
2	1585	79	0,35	0,095	1920	24,3	13,80	0,570
3	1620	115	0,50	0,115	2750	23,9	12,15	0,515
4	1610	213	0,75	0,141	4120	19,3	10,55	0,550
5	1610	241	0,82	0,141	4500	18,7	10,10	9,545
6	1610	282	0,85 bis 1,0	0,154	?	?	—	—

Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Fortsetzung von S. 618 d. Bd.).

f) Pressen.

Die obere *Gautschwalze* wird meist mit Filzüberzug über einen Metall- oder Holzkern hergestellt, um das Anhaften des noch sehr weichen Blattes hintanzuhalten. Interessant ist der Vorschlag von *Heinr. Aug. Schoeller Söhne* in Düren gemäss D. R.-P. 99215, wonach die obere Gautschwalze nackt und zwar aus einer krystallinischen Steinart (Granit, Porphyr, Syenit und dergl.) hergestellt wird. An diesen soll das Papierblatt stärker haften als auf dem Siebe, aber doch nicht so stark, dass das Ablösen Schwierigkeiten bereiten würde, wenn die Bahn auf den ersten Pressfilz übertragen werden soll. Bei einer solchen Steinwalze kann man auch stärker pressen, also mehr entwässern.

Um all die Unbequemlichkeiten auszuschliessen, welche mit dem Ueberziehen der gewöhnlichen Gautschwalzen durch Filzschläuche (Manchons) verbunden sind, ersetzt *Fr. Klöckner* in Düsseldorf nach D. R.-P. 102617 die Schläuche durch endlose Filze bei beiden Gautschwalzen. Spannvorrichtungen in üblicher Ausführung veranlassen ordentlichen, faltenfreien Lauf dieser Filze, welche bei jeder der beiden Gautschwalzen mehr als den halben Umfang umspannen.

Willy Schacht in Taennicht vereinigt nach D. R.-P. 95436

sämtliche Nasspressen. An eine grosse obere Gautschwalze schliesst sich die untere Gautschwalze durch Gewichtshebel belastet, aber auch noch ein oder zwei kleinere Nasspresswalzen drücken auf die Unterseite der Gautschoberwalze mittels Schrauben oder Federdruck. Die Durchmesser der Walzen nehmen mit zunehmender Entwässerung ab, wodurch unter sonst gleichen Umständen der spezifische Pressendruck steigt. Die Oberwalze hat einen Filzüberzug, der durch einen Steigfilz gebildet wird, ähnlich wie vorher erwähnt. Das Sieb wird entweder schon um die untere Gautschwalze zurückgeführt, oder auch bis über die letzte der Presswalzen. Um die gewöhnlichen Gautschwalzen mit ihrem Filzüberzug tunlichst zu schonen hat man bereits viele Schaberkonstruktionen. Zu diesen tritt eine eigentümliche Ausführung nach den amerikan. Patenten 610493, 641989 und dem D. R.-P. 105046 von *Dennis B. Mc Murray*. Danach wird der auf der Walze zur Berührung gelangende Schaberteil als aufgeblasener Gummischlauch (Pneumatik) ausgeführt, der sich mit Rücksicht auf seine Nachgiebigkeit sehr leicht allen Unregelmässigkeiten der Walze in schonendster Weise anschmiegt. In der neusten Konstruktion ist *Murray* allerdings doch wieder zu einem Blech als unmittelbar die Walze berührenden Teil zurückgekehrt und hat den Pneumatik nur als elastisches Widerlager behalten.

Heinrich Schaaf in Neustadt a. Haardt sucht vielen Uebelständen, welche durch unrichtigen Angriff der Schaber entstehen, dadurch auszuweichen, dass er dem Schaber seiner ganzen Länge nach, einen ausreichend widerstandsfähigen Gegenhalt durch einen quer zur Maschine gelegten Träger gibt. An diesen lehnt sich der Schaber mittels Stellschrauben an mehreren Punkten. Dadurch ist der Schaber verhindert, sich ungehörig auszubiegen, man braucht nicht übermässig stark an den Enden den Schaber anzupressen, nur zu dem Zweck, um ihn in der Mitte sicher anliegen zu haben.

Wichtig ist es, das Wasser, welches durch den Druck der Walzen aus dem Papier tritt, möglichst rasch abzuleiten, damit es die nachfolgenden Teile der Bahn nicht neuerlich kräftig feuchte. Je rascher die Papiermaschine läuft, desto energischer wird das ausgepresste Wasser von dem Walzenumfang gegen die Berührungsstelle gezogen. Um dem zu steuern, wendet die Maschinenfabrik *Füllner* einen Gummistreifen an, welcher an einen parallel zur Walze liegenden Wasserkasten geschlossen ist. Nachdem der Gummistreifen fast bis zur Berührungsstelle der Walzen reicht, kann das Presswasser leicht in den Wasserkasten abgeleitet werden. Statt der Gummistreifen gebraucht *Th. H. Savery* nach den amerikan. Patenten 611420—611422 Metallzungen, welche allenfalls zu einem im Querschnitt keilförmigen Rohr gestaltet werden können, aus dem das Wasser sogar abgesaugt wird.

Die Papierbahn leicht und vor allem selbsttätig von der Gautschpresse auf den ersten Nassfilz zu überführen bezweckt *Max Schmidt* in Liebau nach D. R.-P. 103916. Hierfür

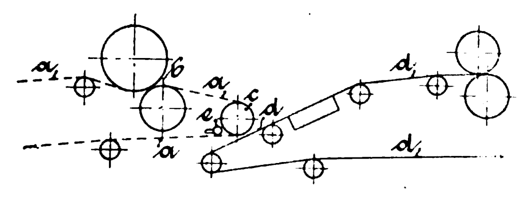


Fig. 98.

wird, Fig. 98, das Sieb *a* noch über die Gautschpresse *b* bis zur Walze *c* geführt. Man vermeidet dadurch, die Bahn einen grösseren Teil des nassen Umfanges der unteren Gautschwalze umfassen zu lassen und hofft, das Papier werde durch sein eigenes Gewicht von der Walze *c* auf den Nassfilz *d* fallen. Sollte dies nicht geschehen, so hilft die Pressluft, welche aus Rohr *e* nach unten strömt, nach.

Um demselben Zweck, freie, selbsttätige Ueberführung der schwachen Bahn von der Gautschpresse zum ersten Nassfilz zu genügen, wendet *H. Füllner* in Warmbrunn nach D. R.-P. 120948 ein Metallblatt an, welches er mit dem Beginn der Papierbahn durch die Gautschpresse schickt, wodurch es mit dem Papiere zusammenwächst und dieses, verstärkt und versteift, ohne dass von dem Wickeln um die untere Gautschwalze die Rede sein kann, stramm zum ersten Nassfilz überspringt. Nach dem Durchgang durch die erste Nasspresse wird das Metallblatt entfernt.

Auch bei der ersten Nasspresse bleibt das Papier noch gern hängen. Um dieses ohne Zutun der menschlichen Hand zu verhindern, legt *Otto Köhler* in Nossen nach den D. R.-P. 112678 und 123132 eine Hilfswalze an die obere Nasspressenwalze. Die Hilfswalze hat aber etwas kleinere Geschwindigkeit als die Presswalze, oder dreht sich sogar entgegengesetzt, so dass das an der letzteren klebende Papier zurückgehalten, abgelöst wird und nunmehr anstandslos weiter geht.

Zur Regelung der Pressenbelastung, bezw. Aufheben derselben, hat *H. Füllner* im D. R.-P. 119900 eine sehr einfache Einrichtung angegeben. Wir sehen in Fig 99 und

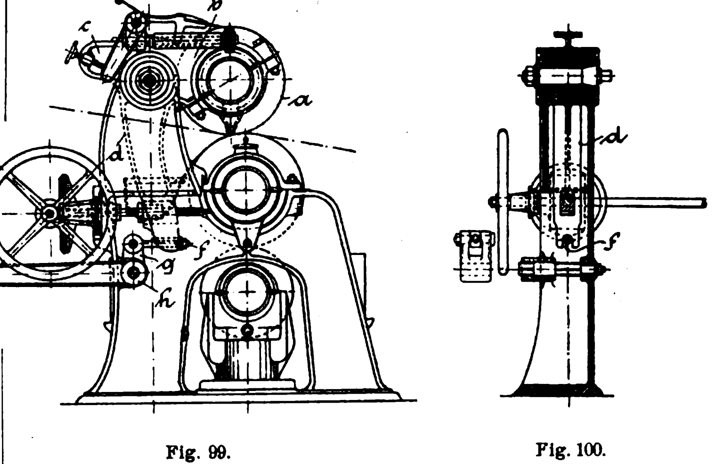


Fig. 99. Fig. 100.

100 die obere Presswalze *a* mittels des Schenkels *b* eines Winkelhebels *c* gefasst, dessen längerer Schenkel *d* unten gegabelt ist. In die Gabelöffnung ist der Stab *f* eingelegt, welcher mittels Zugstange von dem Winkelhebel *g*, *h*, *i* die Gewichtsbelastung überträgt und nur durch Reibung vor dem Herausfallen geschützt ist. Hebt man also den langen Schenkel *i* etwas an, so fällt, weil kein Andruck mehr vorhanden ist, *f* abwärts, womit aber auch die Verbindung für die Uebertragung der Belastung unterbrochen und die obere Presswalze nur durch ihr eigenes Gewicht die untere Walze belastet.

Um die Parallelität der Walzen jederzeit zu sichern, was für die richtige Pressung der Papierbahn von besonderer Bedeutung ist, benutzt *H. Füllner* nach D. R.-P. 121409 eine exzentrische Lagerung der Zapfen, so dass jederzeit durch geringes Verdrehen des Zapfenexzenters die Walzen parallel gestellt werden.

Einen gemeinsamen Antrieb für die beiden Nasspressen schlägt *A. F. Böttger* im D. R.-P. 111447 vor, um für beide Pressen einen gemeinsamen Filz benutzen zu können, ohne fürchten zu müssen, dass derselbe in Folge von Ungleichförmigkeiten im Antriebe reisst. *Böttger* treibt einfach beide Unterwalzen durch eine einzige Friktionswalze an. Ob dadurch genügend sicherer Gang erreichbar ist, bleibe dahingestellt.

Für die Filze auf der Papiermaschine, insbesonders in den Pressen werden zur Erhöhung ihrer Dauerhaftigkeit neuestens verschiedene Vorschläge gemacht. *E. Marty* empfiehlt im D. R.-P. 121903 Kameelhaarfäden, welche mit mehr oder weniger Woll-, Baumwoll- und dergl. Fäden vermengt werden können. Solche Filze vertragen besser sowohl Hitze wie Feuchtigkeit, können mehr gespannt werden und dergl. Aehnlich sollen sich Filze mit Asbest- als Kettenfäden verhalten, wie es von *R. Emmel* im D. R.-P. 118310 und von *Mettrier-Chaffotte* und *Struver* im französischen Patent 272477 angegeben wird. Auch Filze mit Seidenfäden werden von *Regnier* im französischen Patent 277681 empfohlen.

Zum Einprägen von echten Wasserzeichen in die noch feuchte, weiche Papierbahn können Filze ebenfalls benutzt werden, wie es jüngst *A. Weihmüller* in seinen D. R.-P. 116431 und 123245 empfiehlt. Die einzuarbeitenden Wasserzeichen werden in irgend einer Weise, etwa durch Sticken, als Erhöhung auf den Filz gebracht und beim Durchgehen der Bahn zwischen den Presswalzen in das noch weiche Papier eingedrückt. Auch auf einem Manchon können die Stickereien angebracht sein, sie mögen auch mit Farbe versehen werden, um farbige Wasserzeichen zu veranlassen und dergl.

Der Reinigung, Trocknung, richtigen Führung usw. ist bei den Filzen peinliche Sorgfalt zuzuwenden. *Karnat* sorgt hierfür nach D. R.-P. 120180 durch rotierende Bürsten, Klopfen und Abspritzen. *Scanlan* empfiehlt nach amerikan. Patent 673970 eine vollständige Walzen-Wasserwäsche. *Neidhart* und *Schulte* wieder, wenden nach D. R.-P. 109444 Trocknung entweder mittels Trockentrommeln oder Heizkörpern, Ausbürsten und gleichzeitige Spannung und Streckung an. Die Maschinenfabrik *Füllner* lässt zur Erhöhung der Aufnahmsfähigkeit der Nassfilze dieselben vor dem Eintritte in die Nasspresse über eine Trockentrommel gehen. Um der Längenveränderung der Filze besonders beim Trocknen Rechnung zu tragen, wird eine Leitrolle elastisch gelagert. D. R.-P. 107488 und 116432.

g) Trocknen.

Die *Trockentrommeln*, welche in der Papiermaschine die Bahn bis zu jener Grenze zu entwässern haben, welche der Luftfeuchtigkeit entspricht, verursachten letzter Zeit schwere Sorgen, nachdem etliche Trommeln anscheinend ohne Grund explodierten und abgesehen von dem Schaden an Baulichkeiten und Material sogar Menschenleben forderten. Der Hauptgrund mag wohl in der Verwendung von Gusseisen zu suchen sein, das nun einmal unverlässlich ist. Gewiss spielen noch andere Umstände mit, wie die Befestigung der Deckel, die Anordnung der Zapfen und ihrer Lager, wodurch leicht gefährliche Biegungsanstrengungen in den Trommelmantel kommen.[10] Es muss somit ernstlich daran gedacht werden, die gusseisernen Trommeln, trotz der Leichtigkeit, womit man bei ihnen genau zylindrische, glatte und harte Oberflächen erzielen kann, aus einem zuverlässigeren Material zu erzeugen. Werden ja auch heute schon Trommeln mit Blechmänteln verwendet, deren Stoss mittels versenkter Nieten gebildet ist.

Die Zuleitung des häufig auf reduzierte Spannung gebrachten (oder als Abdampf anderer Maschinen eintretenden) Heizdampfes und die Ableitung des Kondenswassers erfordern begreiflicherweise besondere Sorgfalt, wenn auch an dem grundlegenden Gedanken, die Zuleitung durch die hohlen Zapfen vorzunehmen, kaum etwas geändert werden kann. Man schaltet thermostatische Ventile ein, welche sich nach der Temperatur einstellen und demgemäss mehr oder weniger Heizdampf einlassen. Daneben kommen Siebe vor, um jeden Schmutz zurück- und damit das Regulierventil frei zu halten. Amerikan. Patent 662448 an *Meredith Leith.*

Um den feststehenden Teilen gegenüber den in Drehung versetzten eine gewisse Beweglichkeit zu wahren, schalten *M. J. Roach* nach amerikan. Patent 599403 und *Th. H. Savery* nach amerikan. Patent 635512 in die Zuleitung eine Art Kugelgelenk ein, welches durch nachstellbaren Federdruck jederzeit ausreichend dicht gehalten wird. Die Dampfzufuhr und Ableitung liegen hier ähnlich wie bei der Konstruktion von *Wigand* nach amerikan. Patent 661353 konzentrisch, so dass ein verhältnismässig enges Rohr zur Ableitung ein dieses umgebender Rohrringraum zur Zuleitung benutzt wird.

Es wurde schon hervorgehoben, dass die Geschwindigkeit der Trocknung mit der Zufuhr des Heizdampfes unmittelbar zusammenhängt. Interessant ist es, dass *H. Clay King* nach D. R.-P. 95962 das Schwinden der Stoffbahn während der Trocknung dazu benutzt, die Zufuhr des Heizdampfes zu regeln. Eine Führungswalze der zu trocknenden Bahn ist in einem schwingenden Hebel gelagert, welcher mit einem das Dampfzutrittsventil beherrschenden Hebel derart verbunden ist, dass beim Ausschwingen der erstgenannten Führungswalze die Höhenstellung des Dampfzutrittventils selbsttätig geregelt wird. Ob dies allerdings so rasch geschieht, um ernstlich Nutzen für gleichmässige Trocknung erwarten zu können, mag dahingestellt bleiben.

[10] Vergl. *C. v. Bach*: Ueber Unfälle an Dampfgefässen etc. Zeitschrift der bayr. Dampfkessel-Revisionsvereins 1901.

Um der Explosionsgefahr durch ungünstige Beanspruchung des Trockenmantels vorzubeugen, wendet *Christian Seybold* in Düren nach D. R.-P. 112852 die Konstruktion Fig. 101 an. Der Zylinder ist doppelwandig. Aussen liegt die glatte Gusseisenwand a, innen die Wand d, so dass nur ein verhältnismässig enger Raum zwischen beiden verbleibt und auch der Deckel b zu einem Ring zusammenschrumpft. d wird der Nachgiebigkeit halber entweder, so wie gezeichnet,

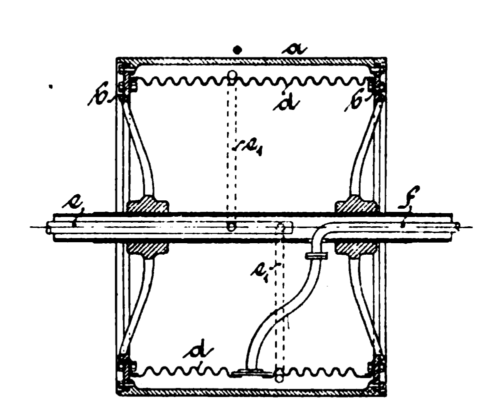


Fig 101.

aus Wellblech oder zylindrisch mit eingeschalteten Kompensationsringen gestaltet. Rohr e mit den radialen Anschlüssen e_1 führt den Heizdampf zu, f bildet die Ableitung.

Bietet schon die soeben besprochene Ausführung manche Sicherheit, weil durch die Nachgiebigkeit der inneren Wand, durch die kleineren Stirnflächen u. dergl. schädliche Beanspruchungen lange nicht in dem Masse auftreten können, wie bei den älteren Trockentrommeln, so ist die Explosionsgefahr vollständig vermieden, wenn man zum Heizen statt Dampf — Elektrizität benutzt. Dies schlägt *L. D. Benner* im amerikan. Patent 665388 vor. In einen Ringraum, etwa zu vergleichen mit jenem in der soeben beschriebenen *Seybold*schen Ausführung zwischen den Wänden a und d, liegen eine Anzahl von Heizkörpern, welche durch einen in Spiralen herumgelegten und vom elektrischen Strome durchflossenen Draht erwärmt werden. Diese Wärme teilt sich dem Trommelumfang mit und kann dadurch ganz so wie bei den mit Dampf geheizten Trommeln zur Trocknung von an die Umfläche angedrücktem Papier benutzt werden. Aehnlich liegt es bei dem D. R.-P. 95905, worin *F. Wippermann* vorschlägt, in einen geschützten Trockentrommel-Ringraum eine Heizschlange zur Wärmeabgabe zu legen.

Um Veränderungen in der Länge der zu trocknenden Bahn tunlichst Rechnung zu tragen, schädliche Spannungen nicht aufkommen zu lassen, gerissene Bahnen wieder einzuführen u. dergl., wird nach D. R.-P. 105430 von *Zuber, Rieder & Co.*, bezw. von der bekannten Papiermaschinenfabrik *Bruderhaus* in Reutlingen ein Laufregler benutzt. Nach Fig. 102—104 kommt das Papier um die Leitwalze f auf den Trockenzylinder. Leitwalze f ruht mit ihren Zapfen auf schiefen Ebenen. Ist die Bahn ordentlich gespannt, so wird f emporgehalten. Wird die Bahn schlaff oder reisst sie, so sinkt f und mit f auch die Reibungsrolle g herab, bis zur Berührung mit Scheibe e, welche mittels Riemen d von der Filzleitwalze b über die Scheibe c angetrieben wird. Dadurch wird auch g gedreht und das Papier rasch dem Trockenzylinder wieder zugeführt. Besonders bei dünnen Papieren, welche mit grosser Geschwindigkeit laufen, wirkt diese selbsttätige Regelung günstig.

Die Schaber an den Trockentrommeln haben zur Entfernung der sich unvermeidlich festsetzenden Unreinigkeiten und der allenfalls festklebenden Papierbahnen eine gewisse Bedeutung. Die Maschinenfabrik *Füllner* baut solche Schaber, welche sehr einfach mit Hilfe eines Exzenters, der durch einen Handgriff bedient wird, an den Trommelmantel angelegt und von demselben nahezu augenblicklich zurückgezogen werden können. Um den Trommelmantel mehr zu schonen, als es durch die gewöhnlichen Schaberblätter möglich ist, will *Leopold Zeyen* in Raguhn nach D. R.-P. 110811 Bürsten-



segmente aus Metalldraht gebrauchen, welche nach Bedarf an die Trommelmantelfläche angestellt werden.

In Fig. 105 ist die Gestellanordnung in der Trockenpartie bei *Füllner*schen Papiermaschinen nach D. R.-P. 118984 skizziert. Die langgestrichelten Hilfslinien *b*, *i* und *h*, *c* lassen erkennen, dass Füllner dieser Anordnung das gleichschenklige Dreieck zugrunde legt. Die gemeinsame Spitze *a* der beiden Scheiteldreiecke *I*, *II* liegt dort, wo der obere und untere Teil des Gestelles sich vereinen und miteinander verschraubt sind. Es entsteht dadurch eigentlich eine mit Kreuzstreben verstärkte Balkenanordnung, bei voller Zugänglichkeit der Uebergänge der Papierbahn. Selbst bei relativ

Fig. 104.

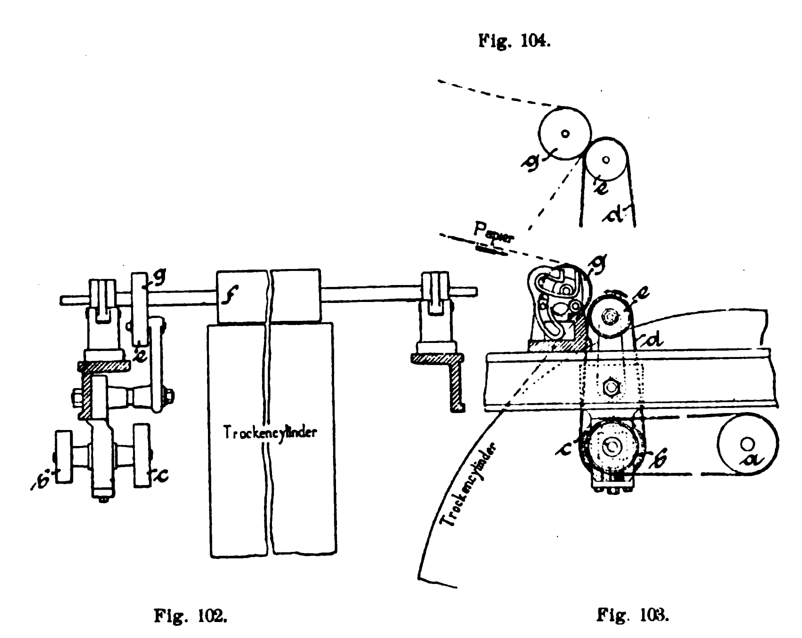


Fig. 102. Fig. 103.

geringem Gewicht des Gestelles ist damit ein so steifes Gestell geschaffen, dass die Hoffnung der Maschinenfabrik, selbst bei Aenderungen in der Spannung der Trockenfilze, Erschütterungen der Lager *d*, *f* der Trockenzylinder *e*, *g* vermieden zu sehen, weitgehend erfüllt erscheint. Unterhalb *i*, wo die Stosstelle der Länge nach zu sehen ist, finden wir

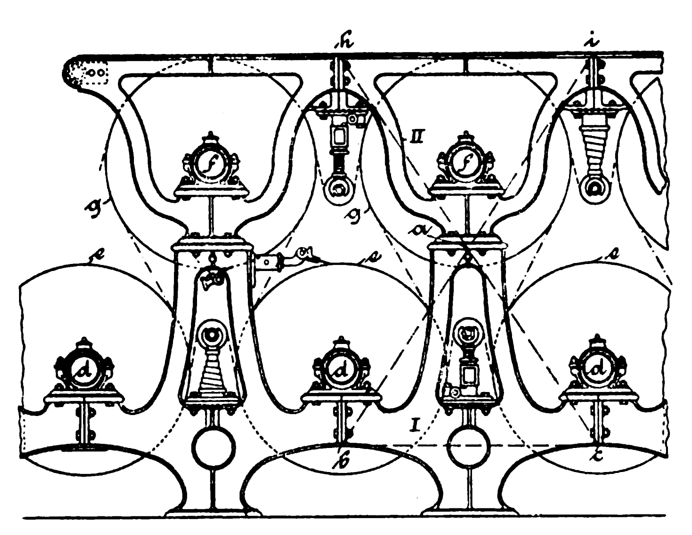


Fig. 105.

jene nachgiebige Lagerung einer Filzleitwalze angegeben, von welcher weiter oben bereits gesprochen worden ist.

Den Gegensatz hierzu bildet eine „Einzylinderpapiermaschine" von *V. G. Hazard* nach amerikan. Patent 662426, wobei der einzige Trockenzylinder sich, pendelnd aufgehängt, an die Oberwalze der letzten Nasspresse lehnt.

Bei dem Trocknen kann es immerhin geschehen, dass das verdampfte Wasser sich vorzeitig kondensiert, an die Trockentrommeln, besonders bei den Schabern sich ansetzt und (man vergleiche etwa die Schaber an der Unterseite der Trommeln in Fig. 105) auf unterhalb befindliche Filze zurückfällt, wodurch es neuerlich in den Trockenprozess zurückkommt. Um dies zu vermeiden, schlägt *A. M. Böttger* im D. R.-P. 115382 vor, entweder den Schaber geeignet zu heizen (die Achse desselben als Heizrohr ausgebildet oder in anderer Art), oder auch die gebildeten Dämpfe, besonders aus solcherart gefährdeten Teilen abzusaugen.

A. M. Böttger schlägt auch einen räderlosen Antrieb für die Trockenpartie vor. D. R.-P. 119841. Entweder soll der Trockenfilz selbst von einer Trommel aus, welche hierfür hinreichend von dem Trockenfilz umspannt sein muss, als die Drehung übertragendes Mittel verwendet werden, oder es läuft ein gemeinsames Kreisseil über entsprechende Seilscheiben der sämtlichen Trockentrommeln. Man erreicht dadurch ruhigeren Gang, vermeidet Schmutzquellen, Schutzvorrichtungen für die sonst gebrauchten Zahnräder u. dergl. In D. p. J. 1898, **310**, 136 wurde bereits der Anordnung von *Böttger* gedacht, wobei die oberen Trockenzylinder einfach auf den unteren aufruhen. Dadurch wird naturgemäss ein ziemlich hoher Druck auf die Papierbahnen ausgeübt, so dass sie ernstlich beschädigt, auch zerdrückt werden können. Deshalb stattet *Böttger* allenfalls sämtliche Walzen (nach D. R.-P. 112481) mit Laufringen aus, welche einen ausreichenden lichten Raum für das Durchtreten der Stoffbahn ohne Druck gewinnen lassen. Die Walzen bleiben dann doch noch so nahe beisammen, dass die von den Trommelwänden abgegebene Wärme zusammengehalten wird.

Schon in früheren Berichten wurde der Uebelstände gedacht, welche durch die *Nebelbildung* über der Papiermaschine entstehen. Einerseits wird die Uebersicht zweifellos erschwert, andererseits beschmutzen, ja verderben niederfallende Tropfen die Bahn. Man tut da wohl am besten, wenn man die Entstehung der Nebel überhaupt, oder doch deren Ausbreitung im Papiermaschinensaale verhindert. Hierfür sind auch schon Mittel bekannt und beschrieben worden. Neuestens schlägt *J. L. Bergstein* in Wien vor, durch die heissen Rauchgase, welche in den Schornstein, gewöhnlich ungenutzt abziehen, Kalorifére im Arbeitsraume und dadurch frische in den Arbeitsraum geführte Luft so weit zu erwärmen, dass alles von den Trockenzylindern verdampfte Wasser ohne Nebelbildung aufgenommen und abgeleitet wird. Es sieht dieser Gedanke recht verlockend aus, weil man anscheinend sehr billig daraus käme, indem die abziehenden Rauchgase ausgenutzt werden. Doch ist dabei die Anlage eines Ventilators nicht zu umgehen u. dergl., so dass es immerhin fraglich erscheint, ob man ausreichend ökonomisch in dieser Weise arbeiten kann, ob nicht irgend eine andere bereits beschriebene Art der Erhitzung der Luft oberhalb der Trockenzylinder sich günstiger stellt.

Interessant ist der Vorschlag, welcher von *Henry Fairbanks* im D. R.-P. 114754 und von *Ch. H. Fish* im D. R.-P. 125009 gemacht wird, wonach die Trockenzylinder in eine Kammer eingeschlossen werden, die allseits abgedichtet wird, so dass man aus dem Innern Luft absaugen und die Trocknung im Vakuum vornehmen kann. *Fish* trachtet den Raum dadurch besser auszunutzen, dass er eiförmige Trockenkörper nahe aneinanderliegend gebraucht. Dem Verfasser scheint es, als ob für die Papierfabrikation solche Einrichtungen doch zu verwickelt seien.

Bei dem Trocknungsverfahren von *W. Pitzler*[11]), welcher Luftströme an die um Haspel geleiteten Papierbahnen führt und zwar mittels Ventilatoren, vereinfacht man die Anordnung nach den D. R.-P. 97200, 113470 und 120334, indem man nur einen einzigen Ventilator gebraucht und durch geschickte Zuführung die Luftströme dort austreten lässt, wo man ihrer bedarf, beispielsweise die auf der einen Seite gebrauchte Luft auch auf die andere Seite der Bahn leitet und solcherart mit mehr Feuchtigkeit beladen abziehen lässt.

Hans Dittmar nimmt für Bogentrocknung nach D. R.-P. 120524 unmittelbar die Flügelflächen eines Ventilators als Auflage für die Bogen. Diese bilden eigentlich selbst die Flügel, nachdem fest mit dem Ventilator nur Gerippe

[11]) Vergl. Dingler 1898, **310**, 138.

der Flügel mit Sieben überzogen vorhanden sind und auf diese die einzelnen Bogen geklemmt werden.

Die Trocknung nach System *Hiorth* (D. R.-P. 120992) geschieht auch durch bewegte und erwärmte Luft in einem Turme, wobei absichtlich das Gegenstromprinzip, welches sonst meist gewählt wird, verlassen und gleiche Geschwindigkeitsrichtung von Luft und Trockengut eingehalten wird. Die erwärmte Luft gelangt durch Kanal *e* oder *d* in den Turm. Fig. 106, Klappen *f*, *g* regeln dies. Bei *g* kommt die Luft unmittelbar an das Papier, welches nach der Richtung *x* an einer endlosen Kette im Turme auf- und abgeführt wird, durch *d*, beziehungsweise Kanal *a* und einstellbare Klappen *b* mittelbar. Nachdem in der Richtung der Papierbewegung fortwährend Luft durch die Oeffnungen *c* austritt, muss sie eine immer grösser werdende Geschwindigkeit gegen den Abzug annehmen, Sättigung mit Feuchtigkeit wird vermieden und völlig trockene Luft kommt nicht mit den aufgetrockneten Pappen in Berührung, sodass Entzündung derselben kaum zu fürchten ist.

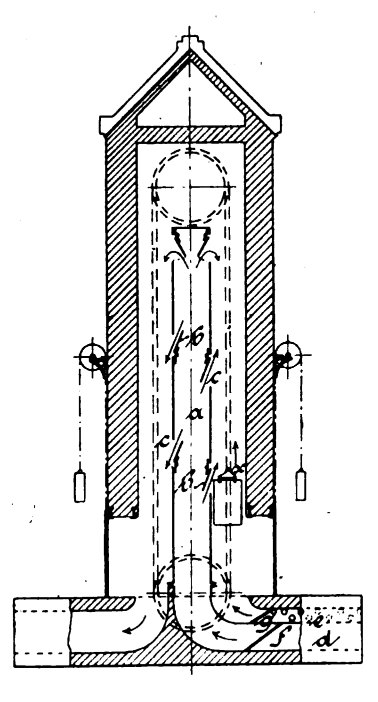


Fig. 106.

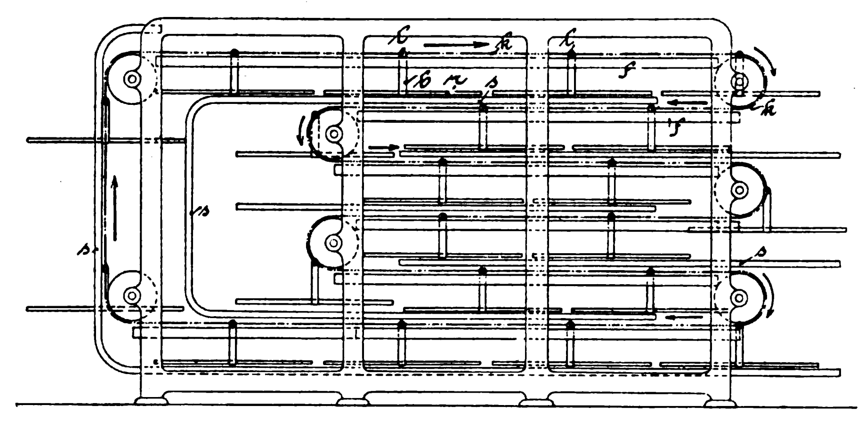


Fig. 107.

In der *Pappenfabrik Dachau* wird zur Trocknung von Pappe ein Kreislaufverfahren geübt, welches jenem in Ziegeltrocknereien üblichen sehr ähnlich ist. Dabei wird die Luft auf der einen Seite eingeführt, an Heizkörpern erwärmt, dann an den zu trocknenden Pappen vorbeigeleitet, worauf die Luft an einem Kondensator vorbeistreicht, welcher der Trocknungsluft die überschüssige Feuchtigkeit entzieht und sie geeignet macht, wieder an die Eintrittsstelle zurückzukehren und neuerlich Feuchtigkeit aufzunehmen.

Bei der Bogentrocknung nach System *Köbig*, D. R.-P. 117379, werden Rahmen angewendet, welche in endlosem Zuge in dem Trocknungsraum hin- und hergeführt werden. In Fig. 107 hängen die Rahmen *r* an der Kette *k*. Diese hebt die Rahmen, welche durch Schienen *s* in Ordnung gehalten werden, vorerst in die Höhe, wie es die Pfeile links erkennen lassen, bis sie ganz oben angelangt sind, worauf die Rahmen allmählich in Schlangenlinien im Trockenraume abwärts ziehen. Dadurch, dass die Rahmen *r* von Bügeln *b* getragen werden, welche mit Leitrollen *l* auf Schienen *f* laufen, stellen sie sich von selbst jederzeit wagerecht ein.

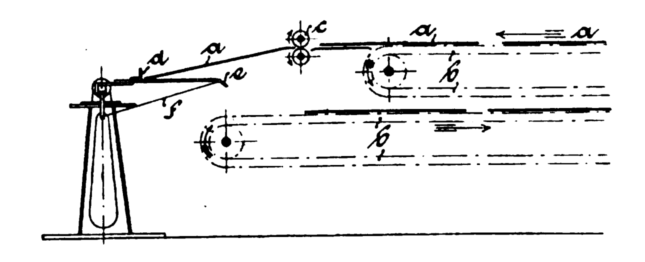


Fig. 108.

Die Bogentrocknung von *Friedrich Müller* in Potschappel weist nach D. R.-P. 119989 Transportbänder *b*, Fig. 108, auf, welche ähnlich geleitet sind, wie die Transportketten bei *Köbig*. Die Bogen *a* kommen aber, auf den Bändern *b* ruhend, in der Pfeilrichtung gegen die Walzen *c*, welche die Bogen fassen, nach links gegen den Anschlagwinkel *d* schieben, wodurch sie gerade gerichtet werden und schliesslich auf die Federn *e* fallen. Diese senken sich unter dem Gewichte und lassen die Bogen auf die unteren Bänder abgleiten. Darauf schnellen die Federn *e* wieder aufwärts, soweit es die Schnüre *f* gestatten.

(Fortsetzung folgt.)

Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 650 d. Bd.)

Bei den beschriebenen Viertaktmotoren wird das Schwungrad nur bei *einem* Hub (Explosionshub) angetrieben. Dieser muss also dem Schwungrad soviel lebendige Kraft erteilen, dass es während der nun folgenden drei Hube den Kolben in Bewegung hält. Anders bei den Zweitaktmotoren, welche nur zwei verschiedene Hube haben. Die Vorgänge in ihm sind im Vergleich mit denen im Viertaktmotor folgende: Bei der Bewegung des Kolbens von oben nach unten sind beim Zweitaktmotor sämtliche Hube Explosionshube, während beim Viertaktmotor Saug- und Explosionshub mit einander abwechseln. Die Bewegungen von unten nach oben sind für den Zweitaktmotor stets Kompressionshube und für den Viertaktmotor abwechselnd Kompressions- und Auspuffhub. Ferner sind beim Zweitaktmotor alle zweiten Hube und alle Umdrehungen einander gleich, während beim Viertaktmotor nur jeder vierte Hub und jede zweite Umdrehung identisch ist. Bei der gleichen Anzahl von Umdrehungen erfährt also der Zweitaktmotor gerade doppelt soviel Kraftimpulse (Explosionen) und Expansionsdauer, als der Viertaktmotor, woraus sich ergibt, dass der Zweitaktmotor bei denselben Zylinderabmessungen doppelt soviel Pferdestärken, als der Viertaktmotor leistet.

Als Beispiel sei der von *Heim & Co.* in Bamberg gebaute ventillose Zweitaktmotor „Ixion“ genannt. Wie Fig. 70 zeigt, wird beim Aufwärtsgehen des Kolbens die Mischung durch den Kanal *a* in der hohlen Kurbelwelle in das Kurbel-



gehäuse d gezogen und beim Niedergehen des Kolbens zusammengepresst. Hat letzterer seinen niedrigsten Stand erreicht, so ist die Oeffnung b in der Wand des Zylinders c, die mit dem Kurbelgehäuse in Verbindung steht, frei. Die komprimierte Ladung strömt jetzt über dem Kolben in den Zylinder, wo sie mit dem nächsten Aufwärtsgang des Kolbens wieder zusammengepresst und in der bekannten Weise entzündet wird.

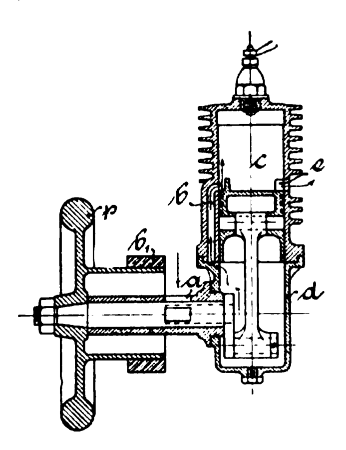
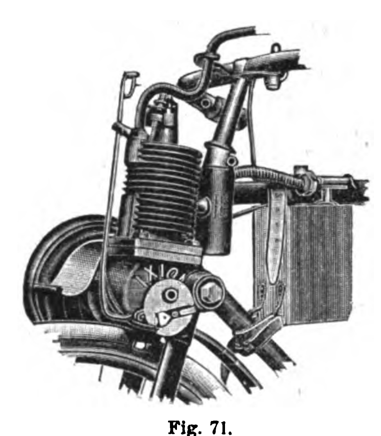


Fig. 70.
Zweitaktmotor „Ixion" von Helm & Co.

Kurz bevor die Einströmöffnung b frei wird, hat der abwärtsgehende Kolben die Auspufföffnung e, gegenüber von b, freigelegt, sodass die verbrannten Gase von der vorhergehenden Explosion entweichen können; wobei sie durch ihre eigene Expansion und durch die einströmende neue Ladung hinausgetrieben werden. Natürlich öffnet und schliesst sich der Kanal a beim Drehen der Kurbelwelle zur geeigneten Zeit.

Die Schmierung geschieht selbsttätig. Das Oel kommt in zerstäubter Form in das Kurbelgehäuse und bewirkt dadurch, dass alle inneren Teile gleichmässig und genügend geölt werden.

Der Motor hat 50 mm Kolbendurchmesser bei 50 mm Kolbenhub und entwickelt $1^1/_2$ PS bei 1500 Umdrehungen i. d. Minute.


Fig. 71.
Antrieb des Ixion-Motors auf das Vorderrad.

Die Kraftübertragung geschieht durch eine gummiüberzogene Reibungsrolle b_1, welche einen Teil des Schwungrades p bildet, auf den Reifen des Vorderrades (Fig. 71). Der Motor ist am Vorderradgabelkopf auf einem Zapfen drehbar angeordnet, sodass die Reibungsrolle nach Belieben in oder ausser Berührung mit dem Radreifen gebracht werden kann.

Der Benzinbehälter mit Vergaser usw. ist in dem üblichen Kasten am oberen Rahmenrohr aufgehängt.

Der Motor wiegt nur 7,5 kg. Die Betriebskosten sind klein, da ein Liter Benzin für eine Wegstrecke von etwa 35 km ausreicht. Die Geschwindigkeit beträgt bis zu 35 km i. d. Stunde.

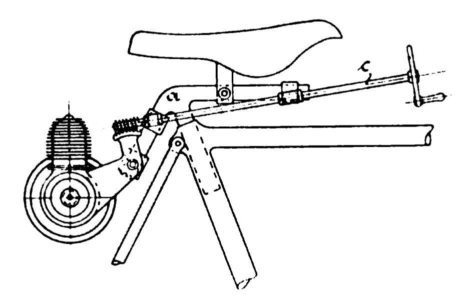


Fig. 72
Antrieb auf das Hinterrad von Lemkuhl.

Die Kraftübertragung kann natürlich auch auf das Hinterrad erfolgen, wobei dann z. B. nach D.R.-P. 128783 von *C. Lemkuhl* in Wilhemshaven die Sattelstütze a (Fig. 72) als Träger des Motors, und zugleich zur Lagerung der Ein- und Ausrückvorrichtung c dient. Letztere hat den Zweck, den Motor, der entweder mittels Reibungsscheibe unmittelbar auf den Reifen wirkt oder durch Riemenschnur mit dem Rade verbunden ist, zu heben und zu senken. Natürlich kann dieser Motor auch in der bekannten Weise in den Rahmen eingebaut werden.

Die bisher genannten Einrichtungen zum Ansaugen der Luft leiden an dem Uebelstande, dass durch den Ansaugekopf ein unangenehmes Geräusch eintritt, und dass die Luft, da sie nahe am Erdboden entnommen wird, einen grossen Teil des von den Rädern aufgewirbelten Staubes mit sich reisst, und diesen mit dem Gemisch dem Motor zuführt.

Diesem Mangel abzuhelfen bringen *L. Baumann* in Strassburg und *Dr. G. Klingenberg* in Charlottenburg das Luftzufuhrventil a (Fig. 73) mit dem Sattelstützrohr b in Verbindung. Die Luft in letzteres tritt durch die beiden

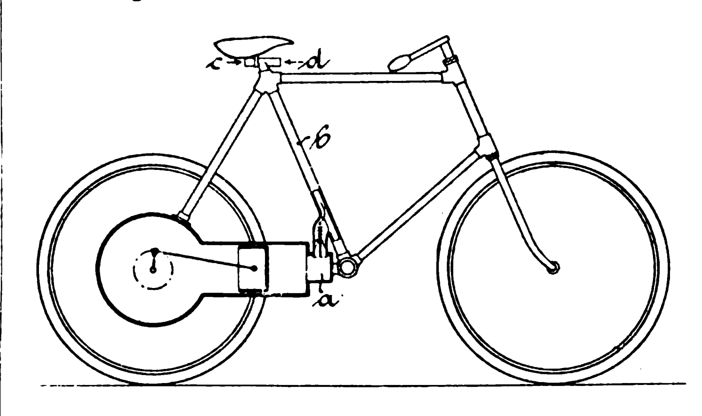


Fig. 73.
Vorrichtung zum Ansaugen der Luft von Baumann u. Dr. Klingenberg.

Oeffnungen c und d an der Sattelstütze ein (D.R.-P. 113556).

Auf eine neue Stellvorrichtung, welche zum grossen Teil in dem Rahmenrohre liegt, gleichzeitig eine Vorder- und Hinterradbremse bewegt und den Motor beeinflusst, hat *R. Wesemann* in Berlin das D. R.-P. 120166 erhalten.

Bei dieser Vorrichtung sind, wie Fig. 74—77 zeigen, auf der Tretkurbelachse lose drehbare Winkelhebel angeordnet, die einerseits mit dem Bremsgestänge, andererseits durch Zugorgane mit der Bremse, dem Drosselhahn und dem Kompressionshahn oder Auspuffventil des Motors derart in Verbindung stehen, dass beim Anziehen des Bremshebels beide Bremsen angezogen, der Drosselhahn allmählich geschlossen und der Kompressionshahn resp. das Auspuffventil geöffnet wird.

Die Lenkstangengriffe u_1 und u_4 sitzen fest an der Lenkstange und tragen an ihrem hinteren Ende mit Ränderung versehene Knöpfe *1* und *4*, während ein dritter Knopf u_2 seitlich an der Lenkstange angebracht ist. Die Knöpfe bilden die Muttern für Schraubenbolzen, durch welche beim Drehen der Knöpfe das mit ihnen verbundene Zugorgan angezogen oder nachgelassen wird.

Von den Knöpfen *1* und *4* aus (Fig. 75) wird der Drosselhahn bedient. Hierzu führen die Zugorgane *1* und *4* durch die Lenkstangenarme über Leiträllchen q und t in das Innere des Steuerrohres b_3, ferner über die Röllchen r und u zunächst zu den auf der Tretkurbelachse o drehbaren Hebeln *1* und *4* und von hier aus weiter zu dem Winkelhebel des Drosselhahns z, am Benzinbehälter x (Fig. 74).

Zum Einstellen der Zündung führt vom Knopf u_2 (Fig. 75 u. 76) das Zugorgan *2* über die Röllchen t und s nach dem ebenfalls auf der Achse o drehbaren einarmigen Hebel *2* und von dessen Verlängerung nach dem Unterbrecher v.

Durch Anziehen des Bremshebels w wird die Bremsstange w_1 abwärts geführt und gleichzeitig die Scheibe w_3, die mit zwei seitlichen Zapfen auf dem gegabelten Arm des Winkelhebels c einwirkt. Von dem zweiten Arm dieses Hebels führt das Zugorgan *3* zu dem auf der Achse o drehbaren Hebel d. Der längere Arm d_1 dieses Winkelhebels ist einerseits mit dem Hebel des Kompressionshahns y, resp. Auspuffventils, andererseits aber mit dem Hebel f der Bandbremse w_4 verbunden.

Beim leichten Anziehen des Bremshebels wird somit der Kompressionshahn resp. das Auspuffventil geöffnet, und gleich-

zeitig die hintere Bandbremse angezogen, während die vordere Reifenbremse w_2 langsam niedergeht. Beim schärferen Anziehen treten beide Bremsen w_2 und w_4 in volle Wirkung und der Kompressionshahn resp. das Auspuffventil wird ganz geöffnet.

Als Zugorgane können solche nach dem *Bowden*systeme dienen. Dasselbe besteht aus einem biegsamen Kabel, das aus mehreren Stahldrahtlitzen hergestellt ist. Als Führung

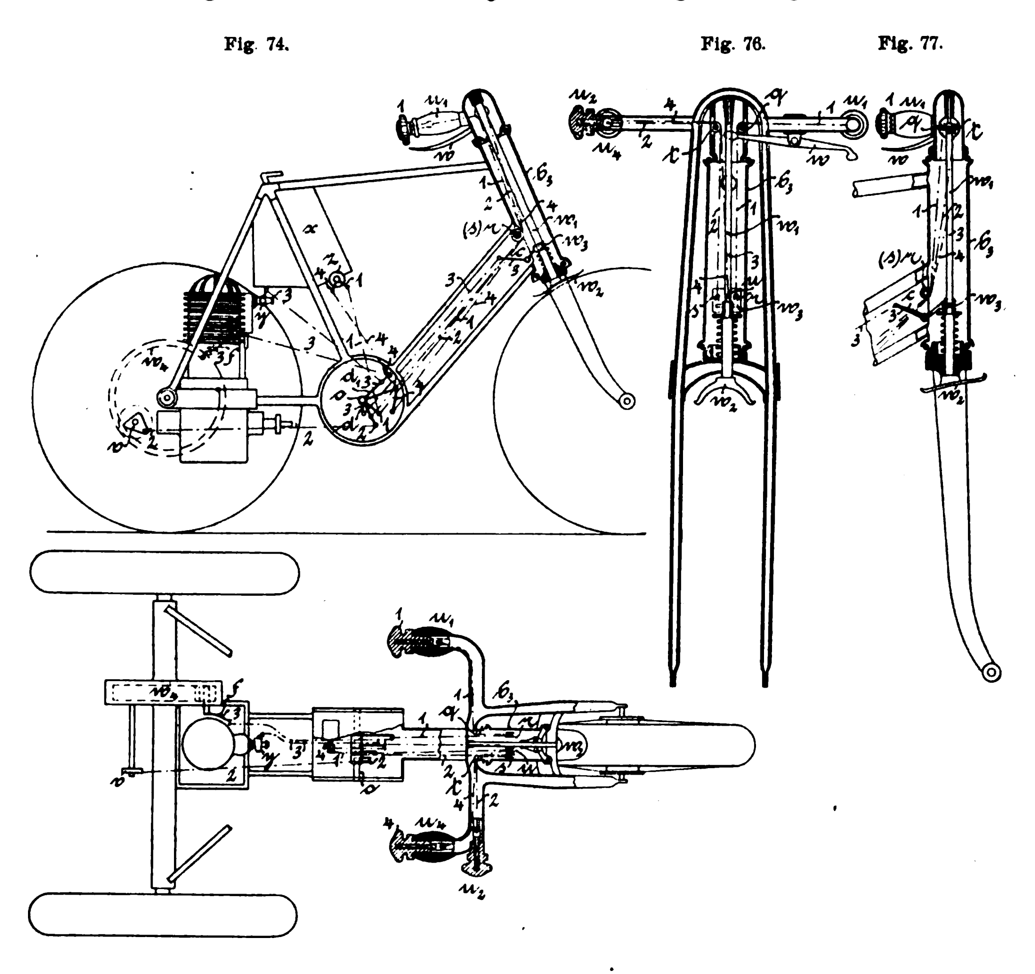


Fig. 75.
Stellvorrichtung von Wesemann.

des Zugdrahtes dient ein biegsames, in der Längsrichtung so gut wie unelastisches Leitungsrohr, welches den Zugdraht mit geringem Spielraum umschliesst und im Gegensatz zu diesem auf Druck in der Längsrichtung beansprucht wird. Dieses Leitungsrohr ist aus einer eng anschliessend gewundenen Stahldrahtspirale gebildet und durch isolierende Zwischenlagen und darüber gleichfalls eng spiralig gewundenem Messingdraht von ovalem Querschnitt gegen Beschädigungen durch Rost usw. geschützt und völlig luft- und staubdicht abgeschlossen. Druckrohr und Zugdraht stellen ein elementares kinematisches Glied, gewissermassen ein biegsames Prismenpaar, dar, mit dessen Hilfe man der Notwendigkeit der Einfügung weiterer kinematischer Glieder enthoben ist, selbst wenn die Leitungen erhebliche Längen besitzen und infolge unbequemer Stellen die verschiedenartigsten Windungen erfahren. Man darf das *Bowden*system nicht mit dem Prinzip der biegsamen Welle verwechseln. Letztere stellt bekanntlich Uebertragungsmechanismen für Torsionskräfte dar — siehe dessen Anwendung an einer Bremse D. p. J. 1899, **313**, 157, Fig. 123 und 124 — während das *Bowden*system als Element zur Uebertragung von Zugkräften, die bestimmte zwangläufige maschinelle Bewegungen veranlassen sollen, anzusehen ist. Die Bewegungen können hierbei in ihrer Richtung von jener der wirkenden Zugkraft in jedem nur denkbaren Sinne abweichen. Während man in England Motorfahrzeuge baut, wo sämtliche Vorrichtungen, wie Zündung, Gasdrosselung, Auspuff, Steuerung, Kupplung, Regulator und Bremse mittels dieses Systems betätigt werden, kennt man in Deutschland zunächst nur die Anwendung desselben für die Betätigung der Hinterradbremse bei Fahrrädern.

Die neuere Bauweise der Motordreiräder ist derjenigen des Kraftzweirades gefolgt. So bauen z. B. verschiedene englische Firmen nach Art des Geschäftsdreirades (Fig. 68, S. 649), auch bei Dreiräder den Motor in die Mitte des Rahmens ein. Durch diese Anordnung wird nicht nur das Gewicht des Fahrzeuges herabgemindert, sondern die Motorstösse werden nicht mehr so unmittelbar auf die Hinterräderachse, sondern auf ein elastisches Zwischenglied übertragen.

Denselben Zweck sucht *L. Loutzky* in Berlin dadurch zu erreichen, dass er den Motor vor der Hinterräderachse anordnet.

Um nun bei Betriebsstörungen bequem zum Motor gelangen zu können, sind, wie Fig. 78 zeigt, die Gabelstreben

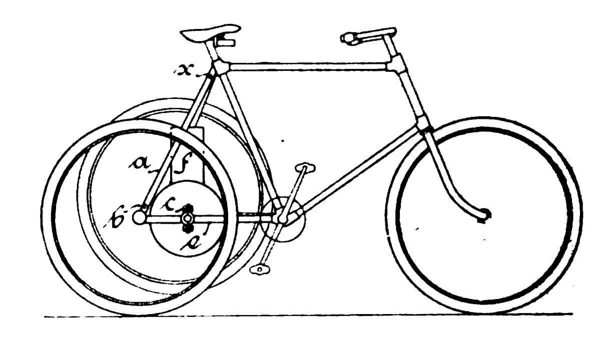


Fig. 78.
Antrieb von Loutzky.

a bei *x* drehbar befestigt. Sie lassen sich daher, nachdem sie bei *b* gelöst sind, hochheben, oder sie werden bei *c* gelöst und samt den Hinterrädern in die Höhe gehoben, bezw. nach Entfernen des Scharnierstiftes *x* ganz abgenommen. Der

Motor muss in letzterem Falle natürlich in geeigneter Weise unterstützt werden, um nicht die Last auf die Gabelstreben *e* zu verlegen. (D. R.-P. 111959.)

Fig. 79 zeigt einen kettenlosen Antrieb für Motordreiräder von *R. Wesemann* in Berlin (D. R.-P. 116158).

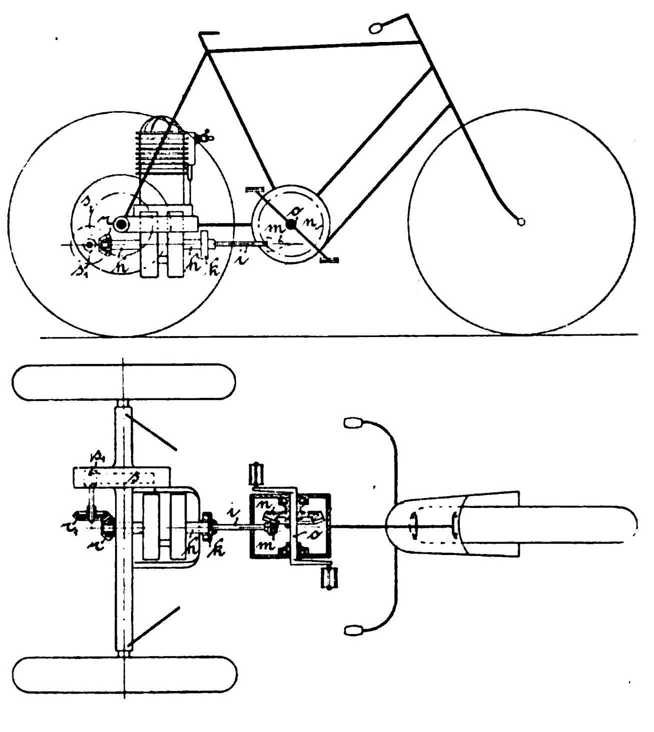


Fig. 79.
Antrieb von Wesemann.

An Stelle der Kette tritt hier die Antriebswelle *i*, welche einerseits durch die Klemmkupplung *k* mit der Motorwelle *h* in Verbindung steht, andererseits vermittelst eines geschränkten Winkelrades *m* in das auf der Tretkurbelachse *o* sitzende Rad *n* eingreift. Beim Treten in die Pedale wird die Welle *i* mit *h* gekuppelt, sodass der Motor die zu seiner Ingangsetzung nötigen Anfangsbewegungen erhält. Sobald der Motor selbständig läuft, — d. h. nicht mehr in die Pedale getreten wird —, werden die beiden Wellen *i* und *h* sofort entkuppelt und der Motor treibt durch das Kegelräderpaar r, r_1 und das Stirnräderpaar s, s_1 das Fahrrad in bekannter Weise weiter.

A. Couture in Nalinnes (Belgien) erzielt nach seinem D. R.-P. 136800 einen unmittelbaren Antrieb, ohne Kette oder Zwischenwelle, dadurch, dass er das hohle Schwungrad *h* (Fig. 80) als die eine Kurbelhälfte ausbildet, welche zugleich die Vorrichtung zur Herabminderung der Umlaufsgeschwindigkeit aufnimmt, sodass der Antrieb unmittelbar von der Pleuelstange *f* erfolgen kann. Hierzu sind auf einer Verlängerung des Kurbelzapfens *g* innerhalb des Schwungrades die starr miteinander verbundenen Zahnräder *i* und *J* befestigt, welche in die Räder *k* und *l* eingreifen. Der Zahnkranz *l* ist durch die Winkelplatte *o* mit dem Gehäuse *a* verschraubt, während der Kranz *k* das am Schwungrad gelegene Ende der auf dem Achsschenkel *m* sitzenden Büchse *w* bildet, deren äusseres Ende das Zahnrad *p* trägt, welches in das Triebrad eingreift.

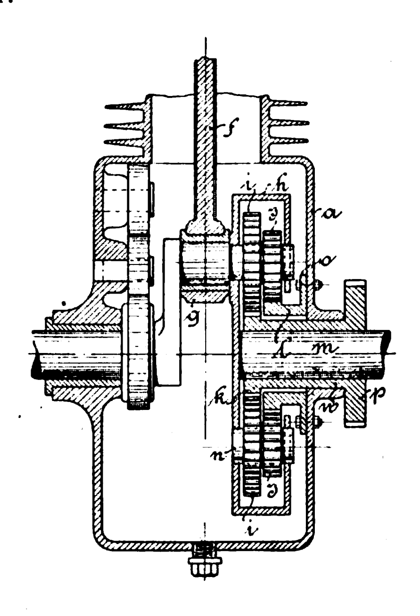


Fig. 80.
Antrieb von Couture.

(Fortsetzung folgt).

Kleinere Mitteilungen.

Der drahtlose Telegraph von Branly-Popp.

Auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie tauchen immerwährend neue Systeme auf, welche bei Lichte besehen durchaus nicht den Anspruch auf diese Bezeichnung machen können. Meist ist es der Cohärer, welcher die Veranlassung hierzu gibt, und da dieser an sich einfache Apparat der mannigfachsten Variationen fähig ist, so kann es nicht Wunder nehmen, wenn auf einem Gebiete, dessen sich die Spekulation in ungeahnter Weise bemächtigt hat, immer wieder neue Systeme angepriesen werden, die sich von einander meist nur durch die Konstruktion des Cohärers unterscheiden. Wenn nun auch letzterer einen Teil der Schuld trägt, welche die bestehende Unsicherheit in dieser neuartigen Nachrichtenvermittlung hervorruft, und daher Versuche zu seiner Verbesserung rechtfertigt, so kann er doch nicht als der Kernpunkt der ganzen Frage betrachtet werden, denn selbst der vollkommenste Cohärer würde diese Unsicherheit nicht zu beseitigen im Stande sein, die in Resonanzschwierigkeiten ihren Grund hat, deren Behebung keinem einzigen der bis jetzt bekannten Systeme geglückt ist, und wenn die Spekulation aus Furcht, weitere Opfer bringen zu müssen, die Aufmerksamkeit von diesem Kernpunkt abzulenken bestrebt ist, so kann dies im Interesse der Sache nur bedauert werden, einer Sache, die leider mit einem Mäcenatentum des krassesten Egoismus rechnen muss.

Ob das System *Branly-Popp* zu den oben erwähnten sogenannten neuen Systemen gezählt werden darf, kann aus dem Artikel in Electrical Worl dand Engineer v. 16 Mai 1903 *Branly-Popp* Aerial„ Telegraphy-System" nicht ohne weiteres geschlossen werden. Aus den Veranstaltungen aber, welche zu seiner Ausnutzung getroffen wurden und welche die weitgehendste praktische Verwendung bezwecken, sollte füglich geschlossen werden dürfen, dass wir es hier mit einem System zu tun haben, dem alle die den anderen Systemen anhaftenden Mängel fremd sind. Es sollen nämlich sämtliche Pressbureaus und die Börse von Paris von einer Zentralstation aus mit Neuigkeiten versorgt werden, zu welchem Zweck bereits vier Stationen in der Stadt errichtet sind, die Tags über schon jetzt in ununterbrochenem Verkehr sein sollen. Ihnen sollen 30 bis 40 weitere Stationen folgen, deren jede das Zentrum eines Distrikts bilden soll, von dem aus die Nachrichten mittels Stahlrosses weiterbefördert werden. Für Rennen und sonstige „hochwichtige" extraurbane Ereignisse steht ein besonderes Automobil zur Verfügung mit vollständiger funkentelegraphischer Ausrüstung, welches bis auf eine Entfernung von 20 bis 30 km der Zentralstation seine Nachrichten übermitteln kann.

Ausserdem ist eine Seestation am Cap de la Hague in der Nähe von Cherbourg errichtet worden, welche Schiffstelegramme aufnehmen und die Verbindung mit den verschiedenen *Marconi*stationen in England und Irland herstellen soll. Eine zweite im Bau befindliche Station bei Cap Griz Nez am Kanal soll im Verein mit der ersteren den ganzen Kanal beherrschen und westwärts bis zum Ozean reichen auf eine Entfernung von 1600 km von Cherbourg. Von dem in unmittelbarer Nähe der Station Cap de la Hague gelegenen Staatstelegraphen sollen dann die Nachrichten direkt nach Paris gelangen.

Fragen wir nun, was diesem Riesenprojekt, das an Kühnheit nichts zu wünschen übrig lässt, zu Grunde liegt, so finden wir in dem oben erwähnten Artikel nur den *Branly*schen Cohärer, der aus früheren Veröffentlichungen bereits bekannt ist, als neu genauer beschrieben. Derselbe besteht aus einem auf einer polierten Metallscheibe stehenden Dreifuss; die drei polierten Füsse bilden mit dieser Metallscheibe den unvollkommenen Kontakt, dessen Widerstand durch die elektrischen Wellen aufgehoben und durch Erschütterung wiederhergestellt wird; da zu dieser Wiederherstellung recht mässige Erschütterungen genügen, so wird, wie solches auch beim gewöhnlichen Cohärer oft vorgeschlagen und mit wechselndem Erfolge angewendet wurde, diese Erschütterung durch den Schreibhebel des Morseapparates besorgt, wodurch ein besonderer Klopfer entbehrlich wird.

Alles andere, selbst das erwähnte Automobil, sind bekannte Dinge mit alleiniger Ausnahme des *neuen abgestimmten Systems* des Herrn Dr. *Branly*, das bei der Station Cap de la Hague zur Verwendung kommen soll, „*a description of which has not yet been made public,*“ wie der Referent vorsichtig bemerkt. Wir müssen uns also das Urteil darüber, ob wir es hier mit einem wirklich neuen System zu tun haben, bis auf den Zeitpunkt aufsparen, wo Näheres darüber in die Oeffentlichkeit dringt. Bis dahin dürfen wir wohl auch dieses System in die Eingangs erwähnten Systeme einreihen.

Ein Institut aber, das hauptsächlich zu dem Zweck ins Leben gerufen wurde, durch die drahtlose Telegraphie die Neugier der Menschen zu befriedigen, sollte doch die Wissbegier der Fachleute nicht auf eine zu harte Probe stellen. *Dr. K.*

Bücherschau.

Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Versuch einer technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches. Von Dr. *Julius Wiesner*, o. ö. Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Wiener Universität. Zweite gänzlich umgearbeitete und erweiterte Auflage. 11. und 12. Lieferung (Schluss). Leipzig, 1903. W. Engelmann.

In der Fortsetzung der Abhandlung über „Früchte“ bespricht *T. F. Hanausek* abschliessend die „Vanille“, nach welcher der Reihe nach folgen: Buchnüsse, Valonen, Hopfen, Sternanis, Bablah, Dividivi, Tari, Seifenbeeren, Gelbbeeren, Myrobalanen, Chinesische Gelbschoten, Saflorkerne, Sonnenblumenkerne und Nigerfrüchte. Der Autor hat in der wissenschaftlichen Beschreibung der vorgenannten Rohstoffe, worunter für die industrielle Verwertung wichtige Produkte zu verzeichnen sind, die Fragen der Praxis gehörig berücksichtigt. Nicht nur die mosphologische Seite und die histologischen Verhältnisse fanden ihre entsprechende Darlegung, sondern auch die chemisch-physikalischen Eigenschaften die eingehendste Beachtung.

Man wird bei einigen Besprechungen dieser Pflanzenkörper die kritische Sonde wahrnehmen, die auch die Literatur im Interesse der Publikation in ihr Bereich nahm. Zu den Paragraphen z. B. über Valonen, Hopfen, Sternanis, Bablah, Tari u. a. m. sind manche Neuheiten und besondere Erläuterungen zu verzeichnen.

Wilhelm beendet in den vorliegenden Lieferungsheften den siebzehnten Abschnitt mit der Gruppe der „Laubhölzer“, und „monocotylen Hölzer“. Für den Holztechnologen ist dieser Teil organisierter Rohstoffe in mehrfacher Beziehung von dem allergrössten Werte. *Wilhelm* hat die Charakteristik der Holzarten — alle technisch und kommerziell einigermassen wichtigen Hölzer sind in dem Abschnitte aufgenommen — in Beziehung zur gebrauchstechnischen Anwendung gebracht; dadurch ist er dem akademisch gebildeten Praktiker gerecht geworden; seine physiographischen Darstellungen befriedigen den Information suchenden Techniker bei Lösung von Fragen über den substantiellen Wert einer gegebenen Holzgattung.

Die qualitative Bedeutung dieser vortrefflichen Arbeit ist ihrer quantitativen proportional; es ist daher nicht möglich, in die gebotene Fülle der Materie hier näher einzugehen.

Zur Orientierung sind dem Werke je ein Register der Rohstoffe und der systematischen Pflanzennamen, nebst „Berichtigungen“ angeschlossen.

Dem nun vollendeten zweibändigen Werke *Wiesners* gebührt in der technischen Literatur ein Ehrenplatz; es ist ein Werk von symptomatischer Bedeutung für die Zweige der angewandten naturwissenschaftlichen Disciplinen. Die Rohstofflehre des Pflanzenreiches *Wiesners* vermochte schon in der ersten Auflage 1873 jenen Wendepunkt der technologischen Wissenschaft zu kennzeichnen, von welchen angefangen der Einfluss der exakten Wissenschaften eine immer breitere Basis in der Entwicklung der Technologie fand. Die vorliegende zweite Auflage zeigt diesen Einfluss in aufsteigender Kurve. Der hohe innere Gehalt dieser neuen Edition, ihre klassische Gediegenheit kommt wohl klar in dem Umstande zum Ausdrucke, dass *Wiesner*, in richtiger Erkenntnis der Fortschritte auf allen Gebieten der Wissenschaften, eine Arbeitsteilung glücklich durchführte, und die verschiedenen Rohstoffgruppen von einer Reihe namhafter Gelehrter und Forscher besprechen liess.

Der Wert der epochalen Publikation *Wiesners* ist umso höher einzuschätzen, als im gleichen Masse daran Theorie und Praxis partizipieren, und *die in diesem Werke niedergelegten wissenschaftlichen Ergebnisse dem Techniker einen ausgezeichneten Behelf gewähren.*

Das Buch ist aber auch eine Zierde in bibliographischer Beziehung; die Verlagsbuchhandlung hat allen modernen Anforderungen der Ausstattung in ausgezeichneter Weise genügt.

Prof. *Ed. Hanausek.*

Praktische Beurteilung von Regulatoren und Regulierungsfragen Gemeinverständliche Mitteilungen aus der Praxis für Maschineningenieure und Elektrotechniker. Von *Wilhelm Proell*, Dipl.-Ing. Leipzig, 1902. Hochmeister & Thal. 59 S., 8⁰ mit 42 Textfiguren.

Der Verfasser behandelt die in neuerer Zeit am meisten bekannt gewordenen Konstruktionen von Regulatortypen verschiedener Systeme — Normale Vertikalregulatoren (von *Buss*, *H. Gruson*), Gewichts- und Federregulatoren (von *Proell*), Federregulatoren (von *Hartung*, *H. Franke* u. a.), normale Achsenregulatoren (von *Armington*, *Ehrhardt & Sehmer*, *Dörfel*, *Proell* u. a.), Beharrungsregulatoren (von *Daevel*, *Lentz*, *Steinle & Hartung* u. a.), Tourenverstellvorrichtungen, Leistungsregulatoren (von *Weiss*, *Stumpf*, *Tolle*) in leicht verständlicher Weise, und kommt sodann auf das Verhalten der Steuerung zum Reguliervorgang und auf den Einfluss der Oelbremse zu sprechen. Ferner wird die Regulierung elektrischer Zentralen erörtert.

Das Lesen des Buches erfordert nur geringe Vorkenntnisse — es sind theoretische Abhandlungen fast ganz vermieden worden — und soll dem vorwärts strebenden Maschinenbauer oder Elektrotechniker zu weiterer Forschungstätigkeit in der Regulierungsfrage von Kraftmaschinen, insbesondere solcher für elektrische Zentralen, anregen. *Fr. Freytag.*

Die Grundgesetze der Wechselstromtechnik. Von *Dr. G. Benischke.* Heft 3 der „Elektrotechnik in Einzeldarstellungen“. Braunschweig, 1903. Friedrich Vieweg & Sohn.

Wenn auch der bekannte Name des Verfassers für den Inhalt des Werkes schon Gewähr leistet, so seien die trotz der kurzen Zusammenfassung doch vollendeten Ausführungen hervorgehoben. Hierdurch gewinnt auch dies Einzelheft, welches die Grundlehren der Elektrizität natürlich voraussetzt, und hauptsächlich für die in der Praxis stehenden Ingenieure, sowie für vorgeschrittenere Studierende bestimmt ist, an Wert.

Die für die Wechselstromtechnik geltenden Gesetze sind von den Eigenschaften einer Sinuswelle ausgehend, unter Fortlassung einiger rein mathematischer Entwicklungen erläutert, und behandelt dies Heft 3: Die einfachen Wechselstromkreise, die Verhältnisse gegenseitiger Induktion (mit besonderem Einschluss der Transformatoren), die Kapazitätserscheinungen, zusammengesetzte Wellenformen; den Drehstrom. Zahlreiche Diagramme vervollständigen die Ausführungen. Die Ausgabe in abgeschlossenen Einzelheften, von denen das bereits erschienene Heft 1 „die Schutzvorrichtungen der Starkstromtechnik“ und Heft 2 „den Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen“ behandelt, erleichtert die Anschaffung des Werkes. Angenehm empfindet man auch beim Studium das bei dem Druck verwendete gute Material. *C. H.*

Grundzüge der Gleichstromtechnik, von *R. von Voss.* I. Teil Hildburghausen, 1903. Otto Pezoldt, Polytechnischer Verlag.

Im vorliegenden Lehrbuch, bestimmt für technische Fachschulen und zum Selbststudium der Studierenden höherer technischer Lehranstalten, behandelt der Verfasser die wichtigsten Erscheinungen und Gesetze des elektrischen Stromes und des Magnetismus. Beginnend mit dem Begriffe des Potentials geht der Verfasser unter Erläuterung der Grundgesetze, ihrer Formeln und Anwendung bei Konstruktionen zu den Schaltungsarten über, um dann den magnetischen Kraftlinien und deren Berechnung sich näher zu widmen. Alle diese Ausführungen sind von Abbildungen und treffenden, der Praxis angelehnten Beispielen begleitet und erleichtern auf diese Weise das Verständnis der sonst für Neulinge schwierigen Materie. Das Lehrbuch dürfte seinen Zweck erfüllen und den Schülern und Studierenden von grossem Nutzen sein. *H.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 43. **Berlin, 24. Oktober 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Die störenden Bewegungen der Lokomotive unter Berücksichtigung der auftretenden Reibungswiderstände.

Von Dipl.-Ingenieur **Karl Wolters**, Hannover.

(Fortsetzung von S. 660 d. Bd.)

II. Untersuchung, welche Bewegungen des Lokomotivgestelles möglich sind.

Nachdem nun sämtliche Gleichungen aufgestellt sind, die für die etwaigen Bewegungen der Maschine in Frage kommen, soll jetzt näher untersucht werden, unter welchen Bedingungen diese Bewegungen überhaupt eintreten können.

1. *Das Zucken.*

Als Gleichung dieser Bewegung haben wir die erste der Gleichungen 1)., nämlich

$$\Sigma X = M \cdot \frac{d^2 x_0}{d t^2}$$

aufgestellt, und abgesehen von der sehr geringen Veränderlichkeit der Werte T_t und T_k sucht nur die Kraft der Gleichung 23). diese Bewegung hervorzubringen, nämlich

$$= - \frac{\mu \cdot v^2}{r} \cdot (\cos a + \sin a)$$

Da dieser Wert aber nur auf den Ungleichförmigkeitsgrad der Maschine Einfluss hat, einen schädlichen Einfluss aber nicht erlangen kann, wollen wir auf ihn nicht näher eingehen.

2. *Bewegung in Richtung der Y-Achse.*

Die zweite Gleichung 1). lautet

$$\Sigma Y = M \cdot \frac{d^2 y_0}{d t^2}$$

da aber quer zur Geleisachse überhaupt keine Kräfte wirken, so kann hier keine Bewegung erfolgen.

3. *Das Wogen.*

Die dritte Gleichung 1). bestimmt die Bewegung, die man gewöhnlich das Wogen der Maschine nennt, und lautet

$$\Sigma Z = M \cdot \frac{d^2 z_0}{d t^2}$$

Dabei suchen die Pressungen der Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen diese Bewegung hervorzubringen. Der Wert derselben ergibt sich nach Gleichung 21). zu

$$r/L \cdot (P' \cdot \sin a - P'' \cdot \cos a)$$

gehindert wird diese Bewegung durch die einzelnen Teile der Reibung nach den Gleichungen 29)., 35). und 42). mit den Werten

$$f \cdot \left[\left\{K' \pm (T_t + T_k)\right\} + \left\{K'' \pm (T_t + T_k)\right\}\right] + \varkappa \cdot f + 2 \cdot \mathfrak{P} \cdot f$$

Ob nun Bewegung möglich ist, können wir folgendermassen untersuchen: ist der Kreuzkopfdruck beider Maschinen einmal grösser als die Reibung, dann wird er die Maschine heben; damit wird die Zusammendrückung der Federn geringer und damit auch das von ihnen getragene Gewicht. Infolgedessen wird diese Bewegung jedenfalls solange dauern, bis das Gewicht + der nach unten gerichteten Reibung = Summe der jeweiligen Kreuzkopfdrücke + Federspannung geworden ist, denn erstere beiden Werte sind nach unten und die letzten beiden nach oben gerichtet. Soll nun die Maschine aus dieser gehobenen Stellung sich wiederum senken, was beim kleinsten Werte der Kreuzkopfdrücke am ehesten eintritt, dann muss das Gewicht die Federspannung, die Kreuzkopfdrücke und die Reibung überwinden, denn letztere hat jetzt ihr Vorzeichen umgekehrt. Bezeichnen wir nun für einen Augenblick den maximalen Wert der Kreuzkopfdrücke mit $\mathfrak{K}_{max}$ und den kleinsten Wert mit $\mathfrak{K}_{min}$, die Federspannung mit $\mathfrak{F}$ und mit $\mathfrak{R}_1$ und $\mathfrak{R}_2$ die Werte der Reibung, welche bei den Drücken $\mathfrak{K}_{max}$ bezw. $\mathfrak{K}_{min}$ vorhanden sind, dann erhalten wir allgemein die Bedingung für die Bewegung, wenn wir obige beiden Gleichungen in Buchstaben ausdrücken, nämlich

$$\mathfrak{K}_{max} + \mathfrak{F} \geqq G + \mathfrak{R}_1$$

$$\mathfrak{K}_{min} + \mathfrak{F} + \mathfrak{R}_2 \leqq G$$

woraus unmittelbar folgt

$$\mathfrak{K}_{max} - \mathfrak{K}_{min} \geqq \mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2$$

und zwar gibt das Gleichheitszeichen die Differenz auf der linken Seite an, bei der eben noch die Bewegung eintreten kann; d. h. also: die Differenz der maximalen und minimalen Kreuzkopfdrücke muss gleich oder grösser als die Summe der bei diesen Kreuzkopfdrücken vorhandenen Werte der Reibung sein; bei konstanter Reibung würde sich auf der rechten Seite das Produkt $2 \cdot \mathfrak{R}$, d. h. der doppelte Reibungswert ergeben.

In unserem Fall des Wogens erreicht nun die linke Seite viermal ihr Maximum nämlich für

$$a = 45^0,\ 135^0,\ 225^0 \text{ und } 315^0$$

und ihr Minimum für

$$a = 0^0,\ 90^0,\ 180^0 \text{ und } 270^0$$

folglich erhalten wir bei Benutzung der Werte

$$r/L = \frac{0{,}3}{1{,}5} = \frac{1}{5}$$

$$P = \frac{0{,}42^2 \cdot \pi}{4} \cdot 4{,}5 \cdot 10000 = 6200$$

dabei ist bei 0,2 Füllung und 12 Atm. Admissionsspannung der Nutzdruck = 4,5 angenommen

$$\mathfrak{K}_{max} = 2 \cdot {}^1/_5 \cdot 6200 \cdot 0{,}707 = 1750$$

$$\mathfrak{K}_{min} = {}^1/_5 \cdot 6200 = 1240$$

somit die Differenz

$$\mathfrak{K}_{max} - \mathfrak{K}_{min} = 510$$

Die Reibung erreicht nun im vierten Quadranten ihr Minimum, denn da gelten die unteren Vorzeichen und im zweiten ihr Maximum mit den positiven Vorzeichen. Folglich wird das Heben der Lokomotive am ehesten bei 315° und ein Senken bei 270° eintreten; infolgedessen müssen wir für diese Winkel die Werte $\mathfrak{R}_1$ bezw. $\mathfrak{R}_2$ bilden und erhalten bei Benutzung der Werte

$$T_{t\,270} = \frac{0{,}3}{2\,.\,1{,}96}\,.\,(6200\,.\,1 - 0\,.\,0)$$

$$-\frac{0{,}3^2}{2\,.\,1{,}5\,.\,1{,}96}\,.\,(6200 - 0)\,.\,0 = 475$$

$$T_{k\,270} = 475$$

$$T_{t\,315} = 670, \quad T_{k\,370} = 670$$

$$f = 0{,}1 \text{ und } f' = 0{,}015$$

$$x = \frac{{}^1/_2\,.\,16400\,.\,0{,}015\,.\,0{,}14 + 18400\,.\,0{,}0005}{0{,}49} = 54$$

somit weiter die Grössen

$$\mathfrak{R}_1 = 0{,}1\,.\,\left[\{6200 - 2\,.\,670\} + \{6200 - 2\,.\,670\}\right] + 0{,}1\,.\,54 + 20 = 997$$

und

$$\mathfrak{R}_2 = 0{,}1\,.\,\left[\{6200 - 2\,.\,475\} + \{6200 - 2\,.\,475\}\right] + 0{,}1\,.\,54 + 20 = 1075$$

Damit liefert obige Bedingungsgleichung die Zahlengrössen

$$510 \gtreqless 997 + 1075$$

was aber nicht der Fall ist, d. h. diese Bewegung des Wogens ist vollständig ausgeschlossen, und es findet nur ein einmaliges Heben der Maschine statt.

Weiter sehen wir, dass für Leerlauf die Gleichung 21). stets den Wert = 0 hat, während die Reibung stets

$$= 2\,.\,54\,.\,0{,}1 + 2\,.\,20$$

betragen würde; d. h. die Bewegung ist ebenfalls ausgeschlossen.

3. *Graphische Ableitung.*

Obige Ableitung können wir auch bildlich darstellen: trage ich mir beispielsweise (Fig. 8) die Resultierende aus

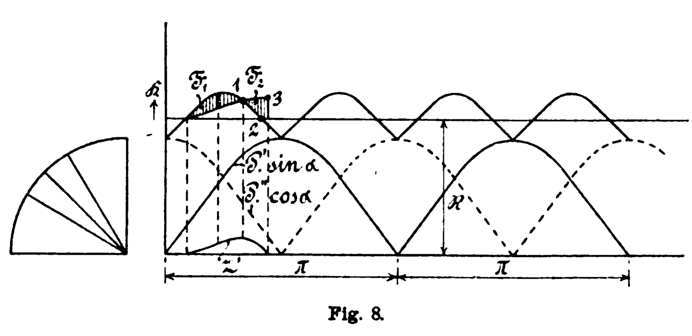


Fig. 8.

beiden Sinuskurven der Kreuzkopfdrücke auf, welche die $\mathfrak{K}$-Werte liefert und ziehe im Abstande der für diese Betrachtung konstant angenommenen Reibung $\mathfrak{R}$ eine Parallele, wobei diese aber, um ein deutliches Bild zu erhalten, kleiner als bei der eben behandelten Bewegung genommen ist, dann sehe ich, dass die überschiessende Kraft $\mathfrak{K} - \mathfrak{R}$ den auf den Federn ruhenden Teil der Lokomotive hebt. Dabei wird aber auch gleichzeitig der Druck der Federn geringer, sodass ein Teil des Lokomotivgewichtes nicht mehr von den Federn, sondern von den Kreuzkopfdrücken getragen wird; dieser Teil der Kreuzkopfdrücke kann somit kein weiteres Heben des Gestells veranlassen. Die Grösse desselben = Starrheitskoeffizient × Weg der Hebung erhält man folgendermassen: die Geschwindigkeitskurve für die Bewegung der Lokomotive kann man sich leicht punktweise für ein beliebig kleines Zeitintervall dt konstruieren aus der allgemeinen Formel

$$dz' = z''\,.\,dt = \frac{\mathfrak{K} - \mathfrak{R} - k\,.\,z}{M}\,.\,dt$$

wobei z' die Geschwindigkeit in der Z-Richtung, z'' die Beschleunigung in derselben Richtung und k den für das Zeitintervall konstant angenommenen Starrheitskoeffizienten der in Betracht kommenden Federn bedeutet. Die Entlastung, d. h. der Wert z, ist zwar auch während dieses kleinen Zeitteilchens veränderlich, lässt man sie sich aber linear, entsprechend der Anfangsgeschwindigkeit der Bewegung der Lokomotive beim Beginn des Zeitteilchens ändern, dann kann man sie für die Mitte desselben erhalten und mit diesem Wert die Rechnung vornehmen. Um diese Geschwindigkeit beim Anfang jedes einzelnen Zeitteilchens nun zu erhalten, trägt man sich die Geschwindigkeitszunahme dz', welche man aus der Gleichung erhalten hat, auf, und bekommt so die Kurve z', welche damit die Geschwindigkeit der Bewegung für jede beliebige Zeit darstellt. Daraus erhält man dann die Wegzunahme zu

$$dz = z'\,.\,dt$$

Trägt man sich jetzt sofort in die obere Figur die Werte $k\,.\,z$ ein, dann sieht man, dass die schraffierten Ordinaten die für eine Bewegung übrig bleibende Kraft darstellen. Beim maximalen Wert derselben, welcher kurz vor dem Scheitel der resultierden Kurve liegt, erhält die Geschwindigkeitskurve einen Wendepunkt, und wenn die Kraft = 0 ist, ist die Geschwindigkeitszunahme = 0, mithin läuft die Geschwindigkeitskurve wagerecht. Von diesem Punkte ab wird die Geschwindigkeit geringer, der Weg nimmt aber infolge der einmal erteilten Geschwindigkeit noch zu und zwar wird die lebendige Kraft dadurch aufgezehrt, dass die Summe von $k\,.\,z$ und $\mathfrak{R}$, die nach unten gerichtet sind, jetzt grösser als $\mathfrak{K}$ wird. Nach dem Satz vom Antriebe erhalten wir die Geschwindigkeit = 0, wenn die Fläche $F_2 = F_1$ geworden ist, weil die Integrale Kraft × Zeit einander gleich sein müssen. Dies trifft für den Punkt *3* zu, von welchem Punkte ab die Maschine in gehobenem Zustand stehen bleibt, und dieses Spiel wiederholt sich, sobald die Kraft wiederum grösser wird.

Würde nun vielleicht bei mehrmaliger Wiederholung des Spiels die Entlastung der Federn $k\,.\,z$ grösser als $\mathfrak{R}$, dann lässt die Figur ohne weiteres erkennen, dass Abwärtsbewegung des Gestells eintreten muss. Weiter sieht man sofort, dass dies nur dann möglich ist, wenn $\mathfrak{R}$ kleiner als der Wert der Hälfte der Schwankung der Kreuzkopfdrücke ist, denn sonst könnte das Gestell höchstens bis zum Scheitel der Kurve gehoben werden und dann würde dauernder Stillstand eintreten. Diese Bedingung ist aber dieselbe, wie die früher aufgestellte Beziehung, denn die zweite frühere Gleichung lautete

$$G \gtreqless \mathfrak{K}_{\min} + \mathfrak{R} + \mathfrak{F},$$

jetzt ist aber

$$G = k\,.\,z + \mathfrak{F} + \mathfrak{K}_{\min},$$

sodass wir sofort erhalten

$$k\,.\,z \gtreqless \mathfrak{R}.$$

Weiter sieht man auch die Bedeutung der früheren Bedingung

$$\mathfrak{K}_{\max} - \mathfrak{K}_{\min} \gtreqless 2\,.\,\mathfrak{R}$$

aus der Figur, denn diese ist nur dann zu erfüllen, wenn $\mathfrak{R}$ kleiner als der mittlere Wert der Druckschwankungen ist.

Würde nun der Punkt *1* so tief liegen, dass die schraffierte Fläche F_2 kleiner als die erste Fläche F_1 würde, dann sehen wir, dass die Geschwindigkeit vor dem neuen Antrieb nicht erst den Wert = 0 annehmen würde, sondern sie würde nur vorher abnehmen und dann wiederum wachsen; jedoch würde auch hier ohne weiteres noch keine dauernde Bewegung eintreten, denn der Weg würde zwar zunehmen, damit aber auch die Entlastung, sodass die Beschleunigung kleiner werden würde, und infolgedessen würde die Wegkurve den Scheitel später erreichen können. Wenn dabei dann die obigen Bedingungen für die Bewegung nicht erfüllt sind, würde trotzdem keine weitere Bewegung möglich sein.

4. *Das Wanken.*

Jetzt bleibt noch die Möglichkeit der drehenden Bewegungen zu untersuchen übrig. Die erste derselben ist die

Drehung um die X-Achse; diese nennt man gewöhnlich das Wanken der Maschine. Die allgemeine Gleichung derselben lautet

$$\mathfrak{M}_x = J_1 \frac{d\,\varphi}{d\,t} - (J_2 - J_3) \,.\, \chi \,.\, \psi$$

Ob sie in Kraft tritt, sehen wir auf folgende Weise: tragen wir uns einmal statt der Kräfte beim Wogen jetzt die bald positiven bald negativen Momente, die sich in der Hauptsache aus den beiden der Gleichung 20) zusammensetzen auf, wie nebenstehend geschehen, und bilden wiederum das resultierende Moment, dann sehen wir sofort, dass, wenn $\mathfrak{M}_{max}$ und $\mathfrak{M}_{min}$ das grösste bezw. kleinste Moment bedeuten, die Bedingung für den Eintritt der Bewegung lauten muss

$$\mathfrak{M}_{max} - \mathfrak{M}_{min} \gtreqless 2 \,.\, \mathfrak{R}_m$$

wobei $\mathfrak{R}_m$ auch das in die Fig. 9 eingetragene Moment bedeutet. Infolge einer Drehung würden sich hier ebenfalls

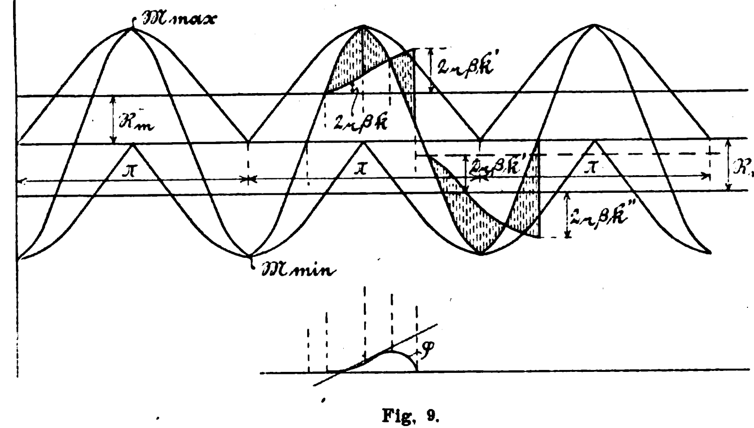


Fig. 9.

die Federspannungen ändern, und zwar können wir uns ähnlich wie früher zunächst den Drehwinkel ausrechnen aus der Beziehung

$$d\,\varphi = \frac{\mathfrak{M}}{J\chi} \,.\, d\,t$$

Daraus erhalten wir die Zunahme des Winkels der Drehung in der Zeit $d\,t$

$$d\,\beta = \varphi \,.\, d\,t$$

Den Wert $d\,\varphi$ tragen wir uns genau wie beim Wogen die Zunahme der geradlinigen Geschwindigkeit auf und erhalten somit in der φ-Kurve die jeweilige Winkelgeschwindigkeit der Drehung. Infolge dieser Drehung wird nun die eine Seite stärker zusammengedrückt, während die andere um genau soviel entlastet wird, sodass wir bei Vernachlässigung der Federreibung ein die Maschine zurückzudrehen bestrebtes Moment erhalten von der Grösse

$$= 2 \times \varepsilon \,.\, \beta \times .\, k.$$

Dies tragen wir uns wiederum in die Figur ein, und die durch die schraffierten Ordinaten wiedergegebenen Momente suchen dann genau wie früher die Bewegung hervorzubringen. Die Endgrösse $2 \,.\, \varepsilon \,.\, \beta \,.\, k'$ bildet nun ein Moment, das die nächste Drehung, die ja umgekehrt gerichtet ist, begünstigt; dies kann man darstellen, indem man von dem Reibungsmoment ein Moment dieser Grösse in Abzug bringt, und zwar durch Ziehen einer Parallelen. Dann sieht man sofort, dass die folgende Kurve jetzt steiler verlaufen wird; weiter erkennt man auch die beiden Möglichkeiten: entweder wird sich infolge des steileren Verlaufes der Kurve ein Zustand herausbilden, bei dem

$$[2 \,.\, \varepsilon \,.\, \beta \,.\, k]_x = [2 \,.\, \varepsilon \,.\, \beta \,.\, k]_{x+1}$$

ist, wobei die Maschine meist zwischen einer positiven und folgenden negativen Drehung in Ruhe kommen wird. Dies ist aber nicht unbedingt notwendig, da sich auch bei fortwährender Bewegung ein Beharrungszustand bilden kann. Es können sich aber auch die Schwingungen im Lauf der Zeit addieren, sodass sie immer grösser und grösser werden.

Untersuchen wir nun einmal unsere Maschine, so erhalten wir dabei nach den Gleichungen 20). und 25). die treibenden Kräfte mit den Werten

$$e \,.\, \frac{r}{L}\,(P' \,.\, \sin a + P'' \,.\, \cos a) - e \,.\, \frac{\mu \,.\, v^2}{2 \,.\, L} \,.\, \sin\,(2\,a)$$

Als die Bewegung hindernde Kräfte treten mit Ausnahme des unter 11.) und 12.) behandelten Widerstandes ausschliesslich Reibungen auf, und zwar besonders die Reibung der Achslager an den Achsgabeln, die Reibung an den Vertikalflächen des Drehgestells und die Reibung an den Berührungsflächen mit dem Tender. Diese drei geben zusammen nach den Gleichungen 28)., 34). und 40). die Werte

$$f \,.\, \sqrt{c^2 + h^2_2} \,.\, \left[\{K' \pm (T_t + T_k)\} + \{K'' \pm (T_t + T_k)\}\right]$$
$$+ \varkappa \,.\, f \,.\, h_3 + 2 \,.\, \mathfrak{P} \,.\, f \,.\, \sqrt{h^2_4 + \mathfrak{z}^2}$$

Da nun $\mathfrak{M}_{max} = - \mathfrak{M}_{min}$ ist, so können wir gleich beide Seiten durch zwei dividieren und erhalten dann für 270^0, bei welchem Werte auf der rechten Seite beide negativen Vorzeichen gelten, die Bedingung für den Eintritt der Bewegung

$$e \,.\, \frac{r}{L} \,.\, P'' \,.\, \sin 270^0 \gtreqless$$
$$f \,.\, \sqrt{c^2 + h^2_2} \,.\, \left[\{K' - (T_t + T_k)\} + \{K'' - (T_t + T_k)\}\right]$$
$$- \varkappa \,.\, f \,.\, h_3 + 2 \,.\, \mathfrak{P} \,.\, f \,.\, \sqrt{h^2_4 + \mathfrak{z}^2}$$

Daraus ergibt sich bei Einsetzung der Werte

$$e = 1{,}02, \quad h_2 = 1{,}15, \quad c = 0{,}63, \quad h_3 = 1{,}3,$$
$$h_4 = 0{,}8, \quad \mathfrak{z} = 0{,}5$$
$$1262 \gtreqless 1375 + 7 + 20 \gtreqless 1402$$

d. h. die Bewegung des Wankens tritt bei unserer Maschine nicht ein.

Ebenso würde diese Bewegung bei Leerlauf vermieden sein, weil dann die linke Seite immer $= 0$ ist, während die rechte den konstanten Wert $= 7 + 20$ hat.

5. Das Nicken.

Die zweite Gleichung 2)., nämlich

$$\mathfrak{M}\,y = J_2 \,.\, \frac{d\,\chi}{d\,t} - (J_3 - J_1) \,.\, \psi \,.\, \varphi$$

bestimmt die Drehungen um die Querachse, die man gewöhnlich das Nicken oder Stampfen der Maschine nennt. Ob diese Bewegung eintreten kann, erkennen wir sofort aus der Figur für das Wogen; führen wir nämlich anstatt der Kräfte jetzt die Momente ein, so haben wir, da die Funktionen dieselben sind, an der Figur nichts geändert. Infolgedessen bildet die Bedingung für den Eintritt der Bewegung die Erfüllung der Ungleichung

$$\mathfrak{M}_{max} - \mathfrak{M}_{min} \gtreqless \mathfrak{R}_{m_1} + \mathfrak{R}_{m_2}.$$

Als störende Kräfte kommen hier vor allem die Pressungen gegen die Gleitbahnen in Frage, und zwar liefern sie nach den Gleichungen 19). die Beiträge

$$\frac{r^2}{2 \,.\, L} \,.\, (P' - P'') \,.\, \sin\,(2\,a)$$
$$- \frac{r}{L} \,.\, (L - \varDelta_1) \,.\, (P' \,.\, \sin a - P'' \,.\, \cos a)$$

Der Einfluss des Massendruckes ist gering und kann daher vernachlässigt werden. Als Reibungsmomente kommen vor allem die der Reibung an den Achsgabeln, an den Vertikalflächen des Drehgestells und an der Berührungsfläche mit dem Tender in Frage und zwar nach den Gleichungen 26)., 27)., 33). und 41). mit den Werten

$$\varDelta_1 \,.\, f \,.\, \left[\left(\frac{K'}{2} \pm T_t\right) + \left(\frac{K''}{2} \pm T_t\right)\right]$$
$$+ \varDelta_2 \,.\, f \,.\, \left[\left(\frac{K'}{2} \pm T_k\right) + \left(\frac{K''}{2} \pm T_k\right)\right]$$
$$+ \varDelta_5 \,.\, \varkappa \,.\, f + 2 \,.\, \mathfrak{P} \,.\, f \,.\, \mathfrak{x}$$

Für das maximale Moment ist nun im allgemeinen der zweite Faktor ausschlaggebend, und zwar hat dieser vier Maxima, nämlich für

$$a = 45^0, \ 135^0, \ 225^0 \text{ und } 315^0$$

und vier Minima für

$$a = 0^0,\ 90^0,\ 180^0 \text{ und } 270^0$$

In den Reibungsmomenten sind nur die Vorzeichen veränderlich, und zwar gelten sämtliche negative für den vierten Quadranten, mithin müssen wir für diesen die Untersuchung anstellen.

Wir erhalten nun beispielsweise für 315° bei Benutzung des Wertes

$$\Delta_1 = 0{,}05$$

$$\mathfrak{M}_{max} = \frac{0{,}3^2}{2\,.\,1{,}5}\,.\,(-6200 + 6200)\,.\,\sin 630^0 - \frac{1}{5})$$

$$.\,(1{,}5 - 0{,}05)\,.\,(6200\,.\,0{,}7071 + 6200\,.\,0{,}7071) = -2540$$

und für $a = 0^0$

$$\mathfrak{M}_{min} = 0 - \frac{1}{5}\,.\,(1{,}5 - 0{,}05)\,.\,6200\,.\,1 = -1800$$

damit die Differenz

$$\mathfrak{M}_{max} - \mathfrak{M}_{min} = -740$$

Die Reibungsmomente $\mathfrak{R}_{m_1}$ und $\mathfrak{R}_{m_2}$ erhalten wir nun unter Benutzung der Werte

$$\Delta_2 = 2{,}65,\quad \Delta_5 = 3{,}75,\quad \mathfrak{x} = 3{,}8$$

zu der Grösse

$$\mathfrak{R}_{m_1} = -\left[0{,}05\,.\,0{,}1\,.\,\{(3100 - 670)\,.\,2\}\right.$$
$$\left. + 2{,}65\,.\,0{,}1\,.\,\{(3100 - 670)\,.\,2\} + 3{,}75\,.\,54\,.\,0{,}1 + 12\right]$$
$$= -1310$$

und

$$\mathfrak{R}_{m_2} = -\left[0{,}05\,.\,0{,}1\,.\,\{(3100 - 475\,.\,2)\}\right.$$
$$\left. + 2{,}65\,.\,262{,}5\,.\,2 + 32\right] = 1447$$

sodass die Bedingungsgleichung lautet

$$-740 \gtreqless -1310 - 1447$$

welche aber nicht erfüllt ist. Wir sehen also, dass die Reibung bei weitem hinreicht, diese Bewegung zu hindern.

Bei Leerlauf ist die linke Seite immer = 0, während die rechte den konstanten Wert

$$= 2\,.\,[3{,}75\,.\,54\,.\,0{,}1 + 12]$$

hat, sodass diese Bewegung auch hier nicht eintreten kann.

6. *Das Schlingern.*

Somit bleibt jetzt nur noch die letzte der Gleichungen 2), nämlich

$$\mathfrak{M}_z = J_3\,.\,\frac{d\,\psi}{d\,t} - (J_1 - J_2)\,.\,\varphi\,.\,\chi$$

näher zu betrachten übrig, und zwar bestimmt diese die Bewegungen um die Z-Achse, die den Namen Schlingern tragen. Da diese Bewegungen aber nur durch den Massendruck der nicht ausgeglichenen Massen hervorgerufen werden, und dieser immer an den Achsgabeln angreift, so muss, wenn zwischen Achsgabel und Lager kein Spielraum vorhanden ist, die ganze Maschine an dieser Bewegung teilnehmen. Das bewegende Moment hat nun unter Berücksichtigung der Gleichung 22). die Grösse

$$\left(1 - \frac{1}{n}\right)\,.\,e\,.\,\frac{\mu\,.\,v^2}{r}\,.\,(\cos a - \sin a)$$

Als verhindernde Kräfte treten hier hauptsächlich wiederum die einzelnen Teile der Reibung auf, und erst bei eingetretener Bewegung würde eine Komponente des Zugwiderstandes am Kuppelbolzen hinzukommen. Sehen wir nun von der Veränderlichkeit der Belastung der Triebachse infolge der Zentrifugalkraft der Gegengewichte für den Massendruck ab, dann können wir die Reibung auf den Schienen als konstant annehmen. Setzen wir nun vorläufig voraus, zwischen Lagerkasten und Achsgabel sei soviel Spielraum vorhanden, dass ein Anstossen der Achsgabeln an die Lagerkasten vermieden wäre, so müssen wir die Reibung an diesen Teilen und nicht die auf den Schienen in Rechnung stellen, weil die letztere die grössere ist. Mithin werden die Räder solange ruhig ihren Weg fortsetzen, bis ein Anstossen eintritt. Ebenso wollen wir an dem Zapfen des Drehgestells soviel seitlichen Spielraum annehmen, dass auch hier ein Anstossen vermieden wird. Dann liefert die Reibung nach den Gleichungen 26)., 27)., 32)., 33)., 36). und 41). die einzelnen Momente

$$\Delta_1\,.\,f\,.\left[\left(\frac{K'}{2} \pm T_t\right) + \left(\frac{K''}{2} \pm T_t\right)\right]$$
$$+ \Delta_2\,.\,f\,.\left[\left(\frac{K'}{2} \pm T_k\right) + \left(\frac{K''}{2} \pm T_k\right)\right]$$
$$+ \Delta_5\,.\,(2\,.\,Q_d\,.\,f + k_{d_1}\,.\,\Delta_5\,.\,\zeta)$$
$$+ \Delta_5\,.\,\varkappa\,.\,f + 2\,.\,f\,.\,(Q_t\,.\,\sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon^2} + Q_k\,.\,\sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon^2})$$
$$+ 2\,.\,\mathfrak{P}\,.\,f\,.\,\mathfrak{x}$$

Dabei ist die Bedingung dafür, dass die Räder auf den Schienen nicht gleiten, dass die Reibung an den senkrechten Achsgabelflächen und an den wagerechten Flächen der Federstützen zusammen kleiner, als die Reibung auf den Schienen ist, d. h. für die Triebachse muss die Ungleichung bestehen

$$f_1\,.\,Q_t' > f\,.\left[\left(\frac{K'}{2} \pm T_t\right) + \left(\frac{K''}{2} \pm T_t\right)\right] + 2\,.\,Q_t\,.\,f$$

ebenso für die Kuppelachse

$$f_1\,.\,Q_k' > f\,.\left[\left(\frac{K'}{2} \pm T_k\right) + \left(\frac{K''}{2} \pm T_k\right)\right] + 2\,.\,Q_k\,.\,f$$

Ebenso darf auch das Drehgestell, um einen ruhigen Gang zu erzielen, seinen Lauf nicht verändern; infolgedessen muss auch hier die Reibung an der Schiene grösser sein, als die Summe der Kräfte an den wagerechten und senkrechten Flächen, vermehrt um die jeweilige Federspannung; diese letztere ist aber veränderlich und hängt von dem Ausschlag ζ um die Z-Achse ab. Infolgedessen muss auch beim grössten Ausschlag die Ungleichung bestehen.

Reibung an der Schiene > Kräfte an den senkrechten und wagerechten Flächen + Federspannung

Dies gibt bei Benutzung der Werte der Gleichungen 32)., 33). und 37). bei Fortlassung der dortigen Hebelarme

$$(Q + Q_1)\,.\,f > \varkappa\,.\,f + 2\,.\,Q_d\,.\,f + \Delta_5\,.\,k_{d_1}\,.\,\zeta$$

Diese letzten drei Bedingungen wollen wir nun zunächst untersuchen. Ist z. B.

$$f_1 = 0{,}20,\quad Q_t' = Q_k' = 14000,\quad Q_t = 5200,\quad Q_k = 5000$$

dann erhalten wir für den ungünstigen Fall, der für $a = 90^0$ bis 180^0 eintritt, weil dann beide positiven Vorzeichen gelten und zwar beispielsweise für $a = 135^0$

$$0{,}2\,.\,14000 > 0{,}1\,.\,[(3100 + 670) + (3100 + 670)]$$
$$+ 2\,.\,5200\,.\,0{,}1$$

daraus folgt

$$2800 > 1794$$

und ferner

$$0{,}2\,.\,14000 > 0{,}1\,.\,[(3100 + 670) + (3100 + 670)]$$
$$+ 2\,.\,5000\,.\,0{,}1$$

daraus folgt

$$2800 > 1754$$

d. h. die Räder werden sicher, wenn genügend Spielraum vorhanden ist, die Möglichkeit der Bewegung des Schlingerns dabei vorausgesetzt, ihren Weg fortsetzen, sodass wir nicht die Reibung an der Schiene, sondern die kleinere für die in Frage kommenden Flächen einzuführen haben.

Die dritte der obigen Gleichungen bildet die Bedingung dafür, dass das Drehgestell nicht auf den Schienen gleitet. Setzen wir nun einmal auch hier Werte ein und zwar

$$Q + Q_1 = 18400,\quad Q_d = 7950$$

nehmen wir ferner, um sicher zu gehen $\Delta_5\,.\,\zeta = 0{,}01$, $k_{d_1} = 90000$, welcher Wert wie folgt bestimmt ist: nehmen wir eine vierlagige Feder mit dem Querschnitt eines jeden Blattes = 13 mm . 90 mm an, und beträgt die Länge der Feder 800 mm = 2 . l, dann ist allgemein die Durchbiegung derselben bei der Belastung P, wenn E den Elastizitätsmodul und J das Trägheitsmoment der ebenen Dreiecksfeder bedeutet

$$f\,\text{cm} = \frac{P\,\text{kg}\,.\,l^3\,\text{cm}}{2\,.\,E\,.\,J\,\text{cm}^4}$$

dabei ist für unseren Fall

$$J\,\text{cm}^4 = \frac{(4 \,.\, 9) \,.\, 1{,}3^3}{12}$$

damit erhalten wir

$$P\,\text{kg} = \frac{2 \,.\, E \,.\, J}{l^3} = \frac{2 \,.\, 2200000 \,.\, (4 \,.\, 9) \,.\, 1{,}3^3}{12 \,.\, 40^3} = 450$$

mithin für die ganze Feder

$$= 2 \,.\, 450 = 900$$

und für eine Durchbiegung = 1 m wäre damit eine Kraft erforderlich

$$= k_{d_1} = 90000$$

Damit gibt dann die obige Gleichung beim Einsetzen dieser sämtlichen Werte

$$18400 \,.\, 0{,}2 > 54 \,.\, 0{,}1 + 2 \,.\, 7950 \,.\, 0{,}1 + 90000 \,.\, 0{,}01$$
$$3680 > 2495$$

d. h. auch hier ist die Reibung auf der Schiene stets grösser als die Summe der ablenkenden Kräfte, solange die Zusammendrückung kleiner als 0,01 bleibt; infolgedessen wird das Drehgestell an der Bewegung der Maschine nicht teilnehmen, sondern ruhig seinen Weg fortsetzen.

Da also die beiden Bedingungen erfüllt sind, dass nämlich die Reibung an den beiden Räderpaaren auf den Schienen grösser ist, als die die Räder ablenkenden Kräfte, so können wir die Bedingungsgleichung für das Schlingern untersuchen. Wir sehen nun sofort, dass das Moment, welches diese Bewegung hervorzurufen sucht, bald positiv bald negativ ist, also der Kurve für das Wanken ähnlich aussehen wird. Mithin erhalten wir auch hier die Bedingung für den Eintritt dieser Bewegung in der Ungleichung

$$\mathfrak{M}_{max} - \mathfrak{M}_{min} \gtreqless \mathfrak{R}_{m_1} + \mathfrak{R}_{m_2}$$

oder da

$$\mathfrak{M}_{max} = -\mathfrak{M}_{min}$$

ist, auch in der Ungleichung

$$2 \,.\, \mathfrak{M}_{max} \gtreqless \mathfrak{R}_{m_1} + \mathfrak{R}_{m_2}$$

Wir sehen nun, dass in der Gleichung 22). dieser maximale Wert der linken Seite zweimal auftritt, nämlich für $\alpha = 315^0$ und für $\alpha = 135^0$, und zwar ist ersterer positive Wert $= \mathfrak{M}_{max}$, letzterer negative $= \mathfrak{M}_{min}$. Mithin müssen wir für den ersten Wert $\mathfrak{R}_{m_1}$ mit den negativen Vorzeichen in den Momenten der Achsgabelreibung und für den letzten Wert $\mathfrak{R}_{m_2}$ mit den positiven Vorzeichen bilden. Da diese Werte aber addiert werden, so können wir die einander gleichen Grössen T_t und T_k gleich von vornherein fortlassen, und erhalten dann, wenn V die Fahrgeschwindigkeit der Lokomotive in km/Std. bezeichnet, bei Benutzung der Werte

$$n = 3, \quad \mu = \frac{270}{9{,}81}, \quad V = 90, \quad D = 1{,}96, \quad \varepsilon = 0{,}59$$

und wenn wir

$$\mathfrak{v} = 2 \,.\, r \,.\, \pi \,.\, \frac{v}{D \,.\, \pi} = 2 \,.\, r \,.\, \pi \,.\, \frac{V}{3{,}6 \,.\, D \,.\, \pi} = \frac{1}{1{,}8} \,.\, \frac{r \,.\, V}{D}$$

einsetzen, und beide Seiten gleich durch zwei dividieren

$$\frac{3-1}{2} \,.\, 1{,}02 \,.\, \frac{270}{9{,}81} \,.\, \frac{1}{1{,}8^2} \,.\, \frac{0{,}3 \,.\, 90^2}{1{,}96^2} \,.\, 1{,}414$$
$$> 0{,}05 \,.\, 0{,}1 \,.\, 3100 \,.\, 2 + 2{,}65 \,.\, 0{,}1 \,.\, 3100 \,.\, 2$$
$$+ 3{,}75 \,.\, [2 \,.\, 7950 \,.\, 0{,}1 + 0] + 3{,}75 \,.\, 54 \,.\, 0{,}1$$
$$+ 2 \,.\, 0{,}1 \,.\, (5200 \sqrt{0{,}05^2 + 0{,}59^2} + 5000 \,.\, \sqrt{2{,}64^2 + 0{,}59^2}) + 12$$

das gibt weiter

$$5150 > 1660 + 5960 + 20 + 3340 + 12$$
$$> 10996.$$

Da diese Ungleichung also sicher nicht erfüllt ist, so sehen wir, dass das Schlingern durch die Reibung vollständig vernichtet wird.

Bei Leerlauf wird sich auch hier der Angriffspunkt der Kraft, welche diese Bewegung hervorzurufen versucht, immer an den Achsgabeln zeigen, indem von hier ausgehend durch die lebendige Kraft der Maschine immer in der ersten Hubhälfte der Kolben beschleunigt wird, und in der zweiten wird dieselbe Kraft wiederum auf die Maschine durch die Verzögerung des Kolbens übertragen. Auf der rechten Seite werden aber die beiden ersten Glieder verschwinden, wenn wir den Rollwiderstand vernachlässigen, sodass wir die Ungleichung erhalten

$$5150 > 5960 + 20 + 3340 + 12$$
$$> 9332.$$

Somit wird auch für Leerlauf das Schlingern nicht eintreten können.

(Schluss folgt).

Mitteilungen aus dem Eisenbahn-Sicherungswesen.

Von Regierungsbaumeister **Hans Martens**.

(Fortsetzung von S. 653 d. Bd.)

Der in Fig. 9 dargestellte Zeitverschluss, Bauart *Zimmermann* und *Buchloh*, für einzelne Weichen und ganze Fahrstrassen mit selbsttätiger Entriegelung, hat ebenfalls den Zweck, das Umstellen der Weichen während des Befahrens zu verhindern. Die Sicherung wird in der Weise erreicht, dass die mit der fraglichen Vorrichtung versehene Weiche von jedem die Weiche spitz befahrenden Radkranz noch vor dem Einlaufen in die Weiche selbst durch Herunterdrücken eines Pedals in ihrer jeweiligen Lage festgelegt wird. Das Entriegeln geschieht selbsttätig, jedoch allmählich und nach Verlauf einer gewissen Zeitdauer, die so bemessen ist, dass vor dem Freiwerden der Weiche der nächstfolgende Radkranz die Verriegelung neuerdings vornimmt und so fort bis zum vollendeten Durchlaufen eines beliebig langen Wagenzuges. Die Dauer der Entriegelungszeit ist einstellbar und kann bis auf etwa 60 Sekunden ausgedehnt werden. Für den gewöhnlichen Zweck der Verrieglung einer einzelnen Weiche wird jedoch auch bei langsamster Fahrt eine Zeitdauer von 15 Sekunden genügen, um die Verriegelung unter einem fahrenden Zuge zu einer ununterbrochen anhaltenden zu machen. Die Verrieglung der Weiche wird derart bewirkt, dass das heruntergedrückte Pedal durch Einwirken auf die Weichenangriffsstange die Weichenzungen unmittelbar festlegt, oder aber es wird die Anschlussleitung der Weichen an das entfernte Stellwerk durch das Pedal beeinflusst und dadurch die Weiche mittelbar verriegelt.

Diese letztere Anordnung ist der Fig. 9 zu Grunde gelegt. Die Bewegung der Weichen ist mittels Weichenspitzenverschlusses angenommen, dessen Bewegung entweder beide Weichenzungen oder doch die jeweilig anliegende Zunge verschliesst.

Es genügt daher zur Verrieglung der Weiche durch den Zeitverschluss, wenn die Anschlussleitung der Weiche in solcher Weise festgelegt wird, dass eine Bewegung der Leitung im umstellenden Sinne über den Riegelgang des Spitzenverschlusses hinaus verhindert wird.

Zu diesem Zwecke ist in die Gestängeleitung in Verbindung mit dem Winkelhebel p und einem Anschlussgestänge der Sperrhebel i mit Riegelkopf k eingeschaltet. Beim Herunterdrücken des Pedals a hebt sich der hintere Teil f des Hebels b, sodass ein Umstellen der Weiche nicht mehr möglich ist, weil sich bei einem Versuch des Umstellens der Riegelkopf k gegen den hinteren Teil f des Hebels b stemmt. Der Riegelkopf k ist aufschneidbar eingerichtet, damit beim Herunterdrücken des Pedals mit gleichzeitigem Umstellen der Weiche kein Bruch herbeigeführt werden kann und nach vollständiger Umlegung der Weiche die gewünschte Verriegelung doch eintritt.

Da der Hebel b gegenüber dem Pedal a erhebliches Uebergewicht besitzt, so würde das Pedal sofort nach Verlassen jeden Radkranzes seine hochliegende, den Sperrhebel i freigebende Ruhelage wieder einnehmen. Um dies zu verhindern, ist eine Verzögerungsvorrichtung, die den eigentlichen Zeitverschluss darstellt, angeordnet. Sie besteht aus einem Luft-

kessel, der einerseits durch den Gussmantel q und andrerseits durch die Lederplatte t luftdicht abgeschlossen ist. Der Mantel q trägt an seinem oberen Teil einen Ventilsitz, auf den das Ventil d aufgeschliffen ist. Ausserdem befindet sich an dem Mantel q eine kleine Oeffnung e mit Regulierschraube. Der Hebel b ist durch die Verbindungsstücke r und s mit der Lederplatte luftdicht verschraubt.

Wird nun beim Ueberfahren der Weiche das Pedal a

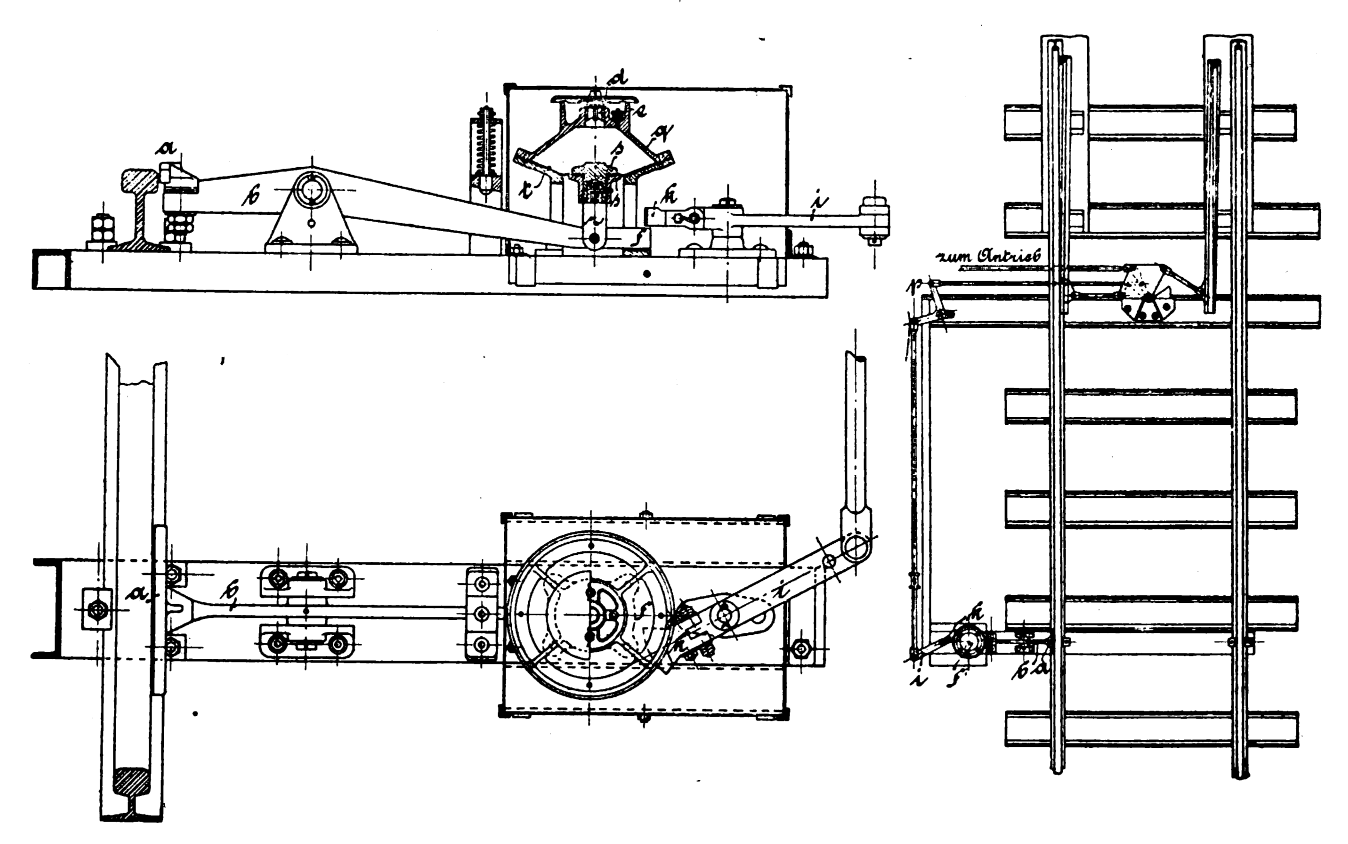


Fig. 9.

durch den Radkranz heruntergedrückt, so wird die Lederplatte t durch den Hebel b gehoben, die hierdurch im Luftkessel komprimierte Luft hebt das Ventil d, sodass die überschüssige Luft entweicht. Sofort hiernach wird der Luftkessel durch das Ventil d wieder verschlossen, sodass der Hebel b seine Grundstellung nur nach Massgabe der durch die regelbare Oeffnung e einströmenden Luft mehr oder weniger schnell wieder einnehmen kann. Die Stellschraube ist mit einer konischen Nute versehen, mittels der der Luftzutritt durch Verschrauben geregelt werden kann.

Zum Schutze gegen äussere Einflüsse ist der Zeitverschluss mit einer schmiedeeisernen Haube versehen.

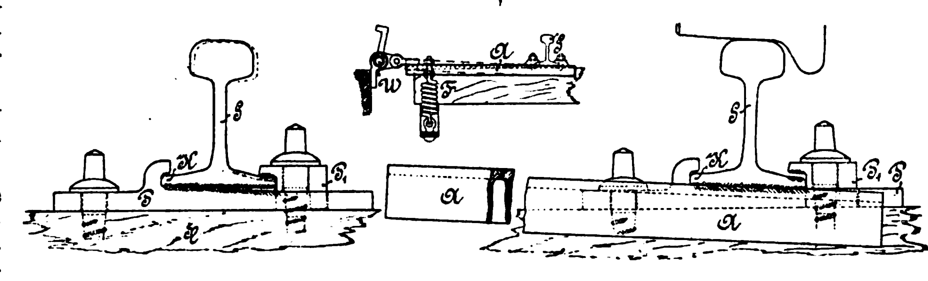


Fig. 10.

Die Firma *August Harwig* in Köslin hat eine eigenartige Konstruktion zur Herstellung von Signalabhängigkeiten durch die Besetzung von Gleisstrecken mit Fahrzeugen ausgearbeitet. Eine der beiden Fahrschienen selbst wird auf eine genügende Länge insoweit beweglich gelagert, dass sie unter dem Drucke eines auf ihr befindlichen Fahrzeuges eine von der normalen Lage abweichende einnimmt, und dadurch einen oder mehrere, fest mit ihr verbundene Ausleger oder dergl. zu einem bestimmten und begrenzten Ausschlage bringt.

Die Beweglichkeit der Fahrschiene kann auf verschiedene Weise hergestellt werden und hängt lediglich von dem Oberbau und dem beabsichtigten Sonderzweck ab. Im folgenden ist eine Anordnung für den Oberbau der Preussischen Staatsbahnen dargestellt. In Fig. 10 liegen die Schwellen H fest und die Schiene S ist auf ihnen mittels der gewöhnlichen Hakenplatte P gelagert. Die Schiene soll um die äussere Kante K ihres Fusses unter dem Drucke eines Fahrzeuges aus der senkrechten Lage, in die Neigung 1 : 20, nach der Gleismitte zu gekippt werden und nach Aufhören des Raddrucks selbsttätig in die ursprüngliche Lage zurückkehren. Zu diesem Zweck wird der Gleisabschnitt an den Enden zwangsweise in die senkrechte Lage gepresst, indem hier Hakenplatten verwendet werden, deren Auflagefläche nicht 1 : 20 geneigt, sondern nahezu wagerecht ist; auf diese Fläche wird der Schienenfuss gewaltsam mittels normaler Klemmplatten P_1 gepresst. Die wagerechten Hakenplatten suchen also den Gleisabschnitt immer in seiner ganzen Länge senkrecht zu spannen; in diesem Bestreben lässt auch die Stossverbindung zwischen zwei Schienen erfahrungsgemäss keine Unterbrechung eintreten. Nach Bedarf kann auch die Herbeiführung der senkrechten Stellung durch Anbringung von Zugfedern F an den Auslegern A geschehen.

Auf den Zwischenschwellen liegen in einer Gleislänge von 12 bis 20 m Hakenplatten P von normaler, 1 : 20 geneigter Auflagefläche. Die Klemmplatten P_1 sind aber in ihrer Druckfläche soweit abgehobelt, dass sie der Schiene gestatten, sich nahezu senkrecht einzustellen. Betriebstechnische Bedenken liegen gegen diese Anordnung nicht vor, da nach genauen Untersuchungen über das Verhalten des Schienengestänges, selbst in mässigen Kurven, ein Hinausdrücken der Aussenschiene, also ein Kippen der Schiene um ihre Fusskante K, nach aussen nicht stattfindet, weil auch hier die Belastung immer in einer mittleren senkrechten Ebene stattfindet, die etwa 22 mm auf der Innenseite von der senkrechten Schienenmitte liegt.

Um ein Eintreten von Fremdkörpern, wie Kies, in die

keilförmige Lücke zwischen Schienenfuss und Hakenplatte zu verhindern, sind am Schienenfuss, die Lücke seitlich abschliessende Blechstreifen befestigt.

Am Fusse der Schiene S wird mittels Klemmplatten ein Ausleger A unverrückbar befestigt. Wenn die Schiene unter dem Druck eines Fahrzeuges nach innen kippt, so wird das äussere Ende des Auslegers A um Kante K nach oben gehoben. Je nach der Länge des Auslegers wird der Ausschlag ein grösserer oder geringerer; er wird aber immer begrenzt, daher gleichmässig sein, weil das Kippen ebenfalls genau begrenzt ist. Durch geeignete Einrichtungen kann der Ausschlag mittels des Auslegers unmittelbar oder durch Einwirkung auf eine festgelagerte, drehbare Welle W für den beabsichtigten Zweck nutzbar gemacht werden. Die Einschaltung einer Zwischenwelle W wird nur dann notwendig sein, wenn die Länge des für die Besetzung mit Fahrzeugen empfindlichen Gleisabschnittes mehr als 12 bis 15 m beträgt, weil dann das Niederkippen der Schiene an einem Ende sich kaum vollständig bis zum Ausleger fortpflanzen wird.

Durch die Bewegung des Auslegers kann die Sperrung von einzelnen Weichen, die Auslösung von Signalen, die Sperrung ganzer Blockstrecken durch Oeffnen oder Schliessen elektrischer Ströme bewirkt werden.

Ein wegen seiner konstruktiven Einzelheiten beachtenswerter Taster mit Zeitverschluss ist das Kugelpedal (Fig. 11) von *Müller und May*, Rauschwalde-Görlitz. Um alle seitlich auftreffenden Stösse des auffahrenden Rades möglichst vorteilhaft aufzunehmen, trägt das Pedal eine lose, gehärtete Stahlkugel, die auf der einen Seite gegen den Schienenkopf anliegt und im übrigen so gehalten ist, dass sie sich nur nach unten bewegen kann. Die Bewegung des Pedals wird nicht unmittelbar auf den senkrecht zur Schiene verschiebbar angeordneten Verschlussbolzen übertragen, sondern mittels einer Feder, sodass auch ein Herunterdrücken des Pedals möglich ist, wenn während einer Bewegung des Riegelschiebers der Verschlussbolzen nicht in ihn eintreten kann; dadurch wird ein Bruch der Teile vermieden. Die Vorrichtung bietet sonst nichts Ungewöhnliches.

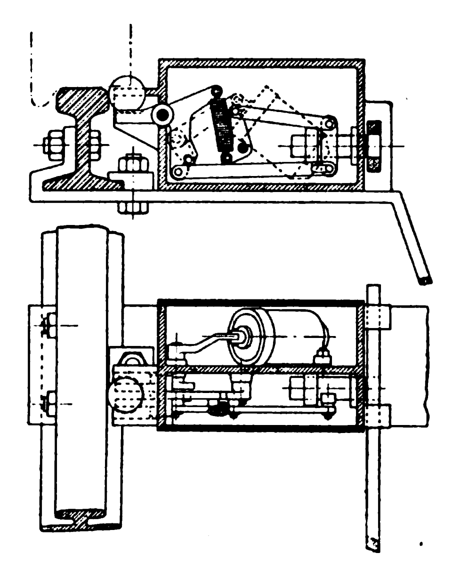


Fig. 11.

Um nur Kontaktschluss durch den fahrenden Zug zu erzeugen, sind mehrere Kontaktvorrichtungen in Gebrauch, von denen im folgenden nur eine wegen ihres interessanten Grundgedankens besprochen sein möge.

Der Schienendurchbiegungskontakt, Bauart *Jüdel*, Braunschweig, stellt Stromschluss zwischen zwei Kontakten her infolge der Durchbiegung der Schiene, zwischen zwei Querschnitten, die nicht in demselben Schwellenfelde liegen, sondern durch ein solches getrennt sind. Diese grössere Stützlänge erhöht die ausnutzbare Durchbiegung und wird durch eine einfache Uebersetzung noch gesteigert.

In Fig. 12 bildet den Kontakthauptträger das Flacheisen F, das bei X und Y durch Krampen und Bolzen an die Fahrschiene festgeklemmt ist, während es mit dem rechten Ende, das den um den Bolzen Z schwingenden Uebersetzungshebel U trägt, frei schwebt. Dieser Hebel U drückt mit seinem linken Ende unter den drehbar gelagerten, eigentlichen Kontakthebel K und stützt sich gegen die Einstellschraube R, die bei C mit der Schiene fest verbunden ist. Wird nun die Schiene bei Y belastet, so weicht Punkt Y nach unten, X nach oben aus, wodurch Z nach unten geht. Der Druckpunkt R bewegt sich nach oben, der Hebel U hebt das rechte Ende des hohlen, mit Quecksilber gefüllten Kontakthebels K dessen Eigengewicht entgegen nach oben, wodurch das

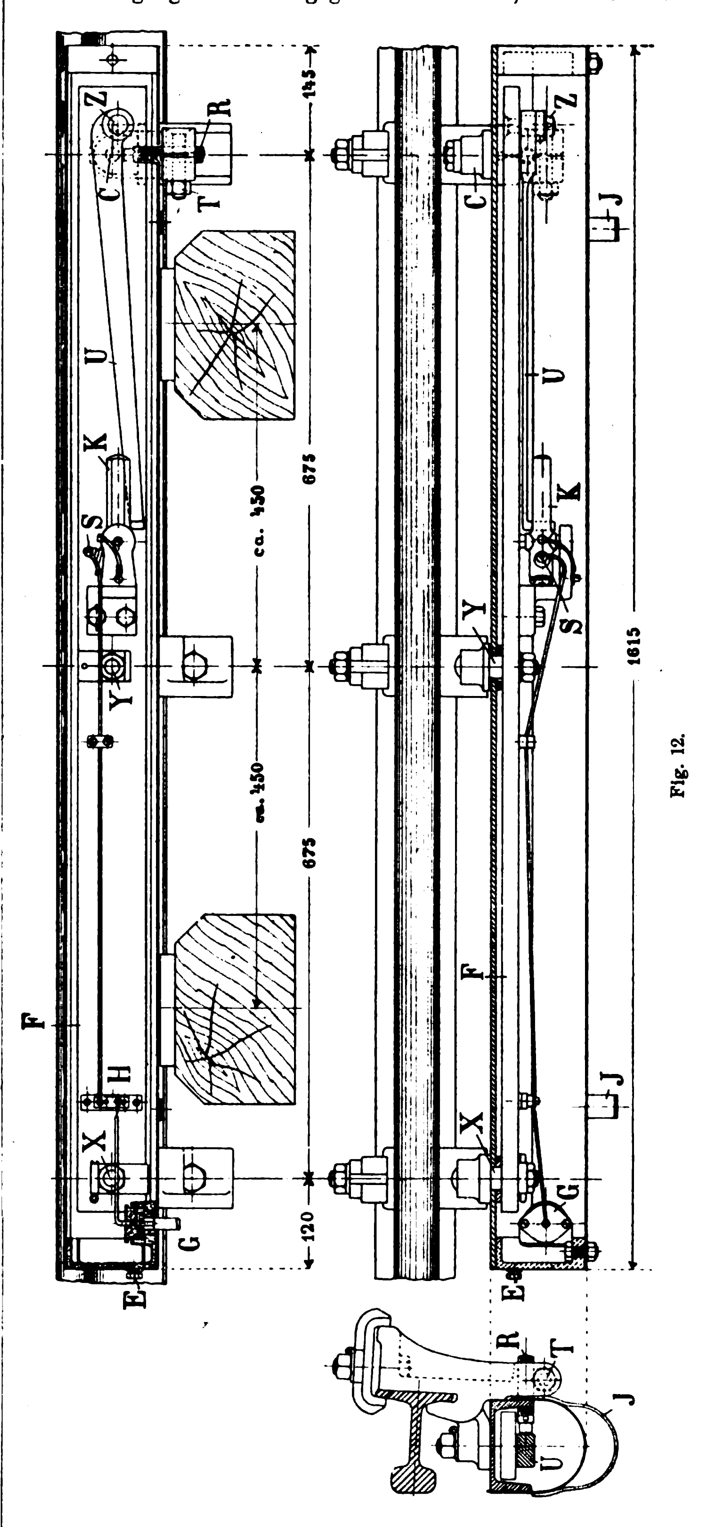


Fig. 12.

Quecksilber den isolierten Kontaktstift S mit dem Gusskörper der Vorrichtung in Verbindung bringt. Der Stift S ist mit der in der Nähe der Kabeleinführung G sitzenden, isolierten Anschlussklemme H durch eine elastische Schnur leitend verbunden.

Die Vorrichtung kann in Arbeits- oder Ruhestrom geschaltet werden.

Gegen Witterungseinflüsse ist eine Blechkappe angeordnet. (Schluss folgt).



Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 671 d. Bd.)

Vollständig abweichend von der allgemein üblichen Anordnung ist der Motor bei dem Motorzweirad der *Singer Cycle Co. Ltd.* in Coventry (England), samt seinen Zubehörteilen im Hinterrad angeordnet (Fig. 81). Letzteres ist mit

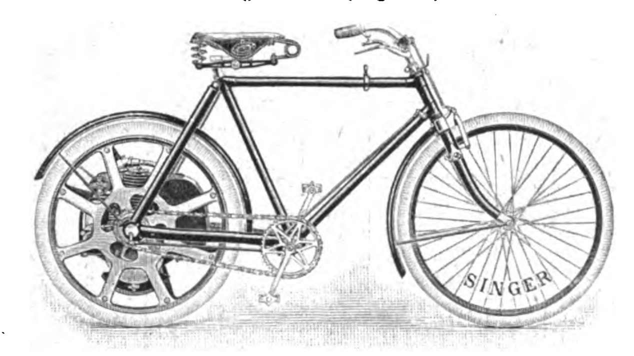


Fig. 81.
Motorzweirad der Singer Cycle Co

Aluminiumspeichen versehen, welche, um zu dem Motor zu gelangen, leicht abgenommen werden können. Der Antrieb auf die Treibachse geschieht mittels Zahnräderübersetzung unmittelbar von der Motorachse aus.

Der Motor und seine Zubehörteile sind auf den engsten Raum zusammengedrängt und zwar so, dass sich der Motor *J* (Fig. 82) mit seinem Schwungradgehäuse *E* in der Mitte des Rades, der Benzinbehälter *A* mit dem Vergaser rechts und der magnet-elektrische Zündapparat *R* links befindet. Das explosible Gemisch gelangt aus dem Vergaser durch die

Obgleich die Aluminiumspeichen bei der eben besprochenen Konstruktion an der einen Seite abnehmbar sind, so scheinen doch die Anforderungen der Praxis bezüglich leichter Zugänglichkeit aller Teile nicht erfüllt zu sein, denn neuerdings baut dieselbe Firma eine Konstruktion, bei der die Speichen einseitig angeordnet und so gekrümmt sind, dass die Mittellinie des Motors mit der des Treibradreifens doch noch zusammenfällt. Der Benzinbehälter ist ebenfalls aus der Radachse entfernt, und wie allgemein üblich, am oberen Rahmenrohr aufgehängt. Die Kraftübertragung geschieht jetzt nicht mittels Zahnrädergetriebe, sondern, wie folgt, durch zwei Ketten (Fig. 85—87):

Die Motorachse *H* (Fig. 86) ist etwas tiefer als die Radachse *b* gelagert. Auf der ersteren ist ein kleines Kettenrad befestigt, von welchem die Bewegungen des Motors durch eine Kette auf ein grösseres Kettenrad *f* (Fig. 87), welches auf der im Tretkurbellager befestigten Büchse f_1 sitzt, ins Langsame übertragen wird. Auf der anderen Seite dieser Büchse sitzt das kleine Kettenrad f_2, das seine von *f* empfangenen Bewegungen auf das grössere, auf der Treibradnabe *c* sitzende Kettenrad *e* (Fig. 86), das mit Freilaufeinrichtung versehen ist, überträgt, wobei zum zweitenmale eine Uebertragung ins Langsame stattfindet, und das Hinterrad angetrieben wird. Das Uebersetzungsverhältnis ist $6^3/_4 : 1$.

Um für die Tretkurbeln eine kleinere Umdrehungsgeschwindigkeit als diejenige der Büchse f_1 zu erhalten, ist an der Tretkurbel h_1 (Fig. 87) ein Planetengetriebe k_1, k_2, k_3 angeordnet. Das Planetenrad k_1 dreht sich frei auf dem an der Tretkurbel befestigten Bolzen *k* und greift einerseits in die durch *i* mit der Büchse *g* fest verbundene Innenverzahnung k_3 ein, andererseits in das mit dem kleinen Kettenrad f_2 verbundene Mittelrad k_2, wodurch ein Voreilen der Kettenradbüchse f_1 gegen k_2 dadurch stattfindet, dass sich beim Antreten das Mittelrad k_2 schneller als die

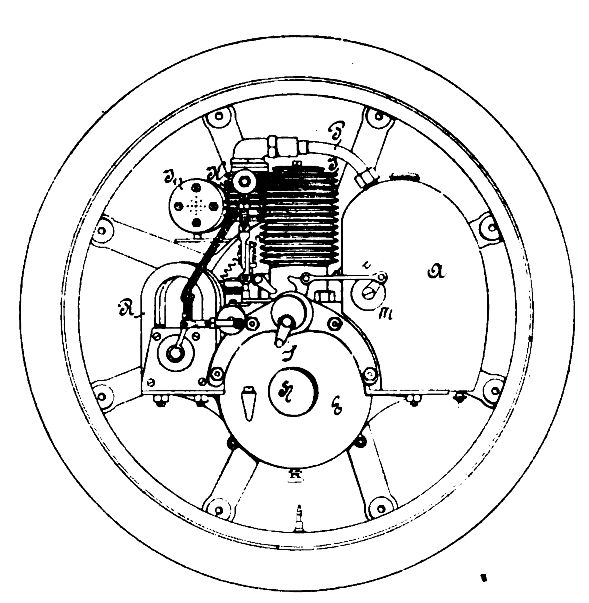


Fig. 82.
Motor der Singer Cycle Co.

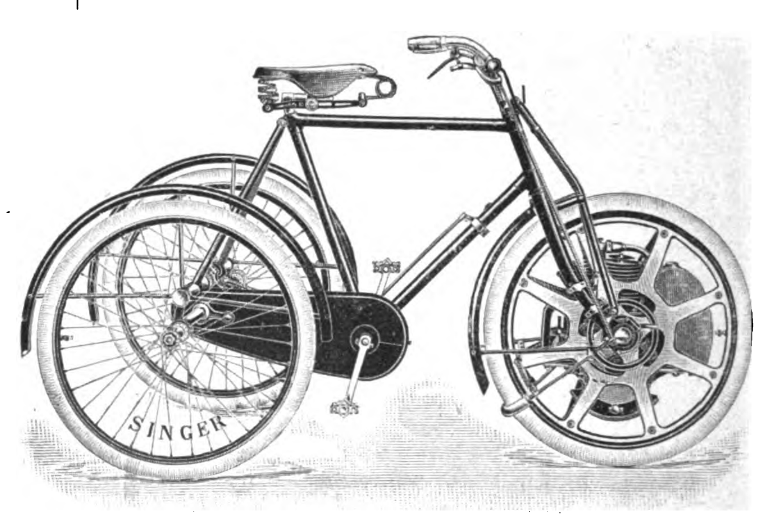


Fig. 83.
Motordreirad der Singer Cycle Co.

Röhre *P* in den Explosionsraum *K* des Zylinders, und die verbrannten Gase gelangen durch den Auspufftopf J_1 ins Freie. Der Drosselhahn *m* sowie das Auspuffventil werden durch einen an der Lenkstange angebrachten Hebel, welcher mit dem Hebelchen *g* verbunden ist, mittels der an der Stange *o* drehbar befestigten zwei Hebel betätigt.

Die Anordnung des Motors im Vorderrad eines Dreirades zeigt Fig. 83. Letzteres wird, wie Fig. 84 zeigt, auch mit abnehmbarem Damensitz, sowie mit einem gepolsterten Kutschsitz, der für mehrere Personen Platz bietet, gebaut. An Stelle des hinteren Sitzes kann auch ein Koffer oder dergl. treten, sodass dieses Fahrzeug bequem zum Warentransporte verwendet werden kann.

Tretkurbeln dreht, und somit die Büchse f_1 mit noch höherer Geschwindigkeit in Umdrehung versetzt.

Sobald nun der Motor arbeitet, und der Fahrer die Tretbewegungen einstellt, tritt das Planetengetriebe ausser Tätigkeit.

Die oben erwähnte Kettenbüchse f_1 dreht sich auf Rollen f_3 der Büchse *g*, welche zwecks Nachspannung der Kette exzentrisch eingesetzt ist.

J. Weller in Norwood (England) ordnet nach seinem D. R.-P. 125566 den Antrieb mittels Vorgeleges so an, dass er die mit dem Fahrradrahmen fest verbundene Nabe *b* (Fig. 88), in welcher zugleich die Motorwelle *e* gelagert ist, an einer Seite bei b_1 mit einem Ausschnitt versieht,

sodass das auf der Motorwelle e sitzende Rad e_1 mit dem grossen Uebertragungsrad f_1 in Eingriff kommt. Letzteres ist mit einem kleinen Rade f_2, das sich auf einem am Rahmenrohr d sitzenden Zapfen dreht, fest verbunden. Dieses Rad f_2 greift nun in die Verzahnung c_1 des mit dem Hinterrad a starr verbundenen Rades c ein, und bewirkt so den Antrieb des Fahrzeuges.

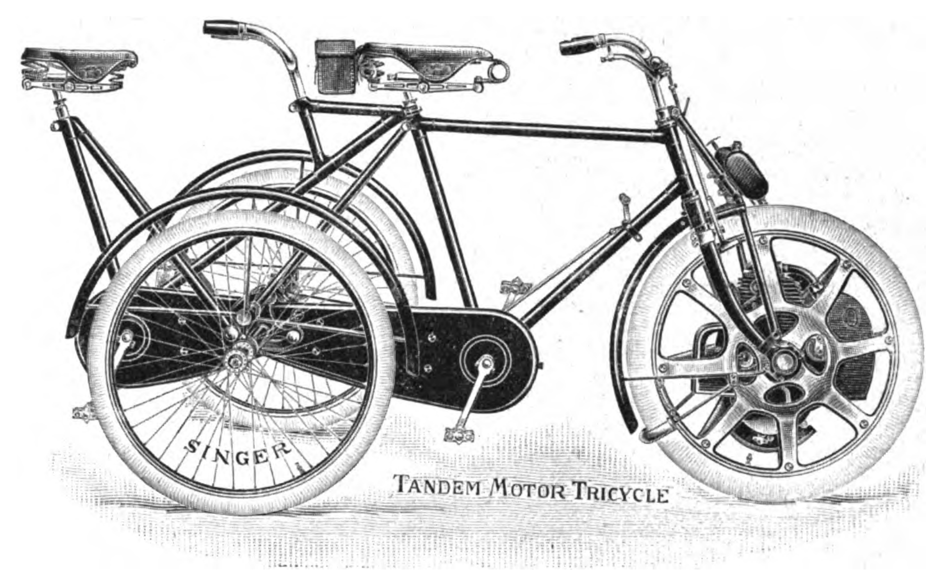


Fig. 84.
Motordreirad-Tandem der Singer Cycle Co.

Um den Motor samt seinen Zubehörteilen leicht aus dem Rade herausnehmen und das Motorrad so auch als gewöhnliches Fahrrad benutzen zu können, bildet *W. Buckley* in Sheffield das Hinterrad zu einer schalenförmigen Blechscheibe d aus (Fig. 89). Letztere ist mit einem Spannring g versehen, der an den Speichen d_1 die Felge e trägt (D. R.-P. 133548). Das Ganze stellt eine einseitig offene Kapsel dar, in welcher der Motor k untergebracht ist. Dieser sitzt an der parallel zur

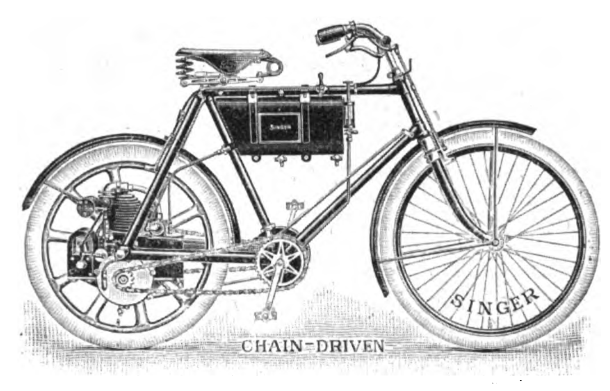
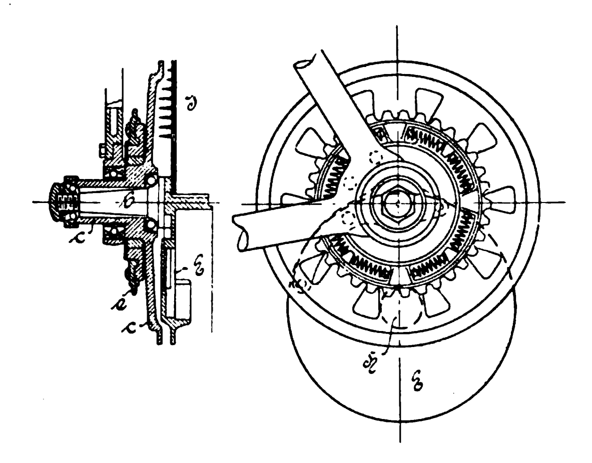


Fig. 85.
Neuestes Modell des Motorzweirades der Singer Cycle Co.

Radebene gelegenen Befestigungsplatte i, welche über die Nabe c geschoben und mit Schlitz i_1 versehen ist.

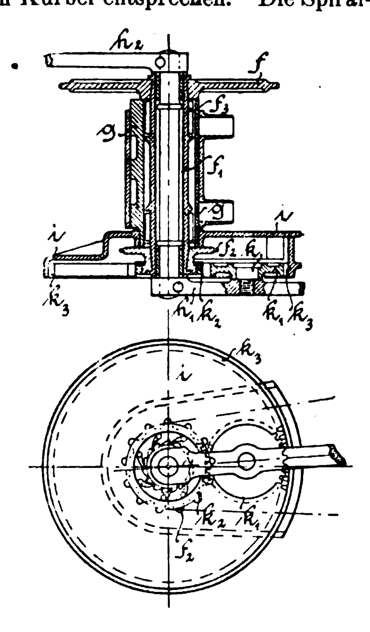

Fig. 86.
Antrieb am Hinterrad beim Motorzweirad der Singer Cycle Co.

Eine zweite Platte h, die ebenfalls die Nabe c umfasst, ist mittels der Schelle a_2 an den Hinterradgabeln a, a_1 befestigt, und ausserdem sind diese beiden Platten bei s miteinander verschraubt.

Soll der Motor abgenommen werden, so wird er nach Entfernen der Schrauben s radial nach unten verschoben, wodurch zugleich der Eingriff des auf der Motorwelle sitzenden Zahnrades k_1 mit dem Rade c_2, das auf der Nabe c sitzt, aufgehoben wird. Der Motor kann jetzt, ohne dass am Fahrrad etwas geändert wird, abgenommen werden.

Bekanntlich werden, sobald der Motor in Tätigkeit tritt, die Tretkurbeln mit Hilfe des Freilaufgetriebes ausgeschaltet, und dienen so als Fusstützen. Da dieselben aber um 180° gegeneinander versetzt sind, so steht der eine Fuss hoch, und der andere tief, oder der eine vor- und der andere rückwärts, was in beiden Fällen eine unangenehme, gezwungene Stellung ist.

Um diese zu vermeiden, ordnet *J. Soukup* in Köln nach seinem D. R.-P. 135994 die eine Kurbel auslösbar auf ihrer Achse an, sodass sie um 180° gedreht, also parallel zur anderen Kurbel gestellt werden kann. Fig. 90 bis 95 zeigen die Einrichtung. Auf der Kurbelwelle a sitzen von links nach rechts folgend das Kupplungsgehäuse e durch den Keil f festgelegt, der Kupplungsring g gegen Drehung gehindert aber in der Längsrichtung verschiebbar, die lose Kurbel b und auf dem Vierkant d die Schutzscheibe c. Vom Ringe g aus gehen nach rechts drei Stifte h (Fig. 94) durch den Boden des Gehäuses e; gegen ihre Stirnflächen ist mit den Schrauben k die Scheibe i geschraubt (Fig. 90 u. 91). Die linke Stirnfläche des Ringes g trägt vier Leisten l (Fig. 91 u. 94), denen die Nuten m (Fig. 91 u. 93) auf der rechten Stirnfläche der losen Kurbel entsprechen. Die Spiralfeder n (Fig. 90) ist bestrebt, den Ring g gegen die Kurbel b zu pressen, sodass die Leisten l bei passender Stellung in die Nuten m hineintreten, wodurch dann die Kurbel mit dem Gehäuse e gekuppelt ist. Die Torsionsfeder o, mit dem einen Ende am Gehäuse e mit dem anderen bei o an der losen Kurbel festgelegt, sorgt dafür, dass letztere freigelassen, sich selbsttätig unter 180° gegen die feste Kurbel b_1 einstellt. Um die Kurbel b während der Fahrt mit b_1 parallel zu stellen, wird sie zurückgetreten; hierbei gelangt der Auslösehebel r (Fig. 90 u. 95) gegen den Riegel s, wodurch er den Schieber t in der Richtung des Pfeiles nach rechts verschiebt, so dass durch die Einwirkung der Rolle u — in Fig. 90 mit n_1 bezeichnet — auf die Scheibe i der Kupplungsring g soweit mitgenommen wird, dass die Leisten l aus den Nuten m heraustreten und erst wieder einfallen und die Kurbel von neuem kuppeln,


Fig. 87.
Antrieb am Tretkurbellager beim Motorzweirad der Singer Cycle Co.

wenn sie um 180° gedreht ist. Die Feder *o* wird hierbei gespannt.

Sobald jetzt ein neuer Fussantrieb erfolgen soll, wird *b* etwas nach vorn gedreht, wodurch der Auslösehebel *r* wieder hinter den Riegel *s* zu liegen kommt. Jetzt genügt eine kleine Rückwärtsbewegung der losen Kurbel *b*, um die Kupplung in gleicher Weise, wie schon erwähnt, auszulösen. Nach diesem übt die Feder *o* eine Drehbewegung auf das Gehäuse *e* und damit auf die Kurbel b_1 aus, und sobald diese eine Drehung um 180° vollführt hat, schlägt der Anschlag *w* (Fig. 92) gegen den losen Kurbelarm *b*, der in demselben Augenblick wieder mit dem Ringe *g* gekuppelt wird.

Eine andere derartige Vorrichtung, die gegenüber der vorhergehenden den Vorzug grösserer Einfachheit besitzt, beschreibt *Jerzykowski* in der Automobilwelt No. 15 von 1903.

Wie Fig. 96 zeigt, ist hier die lose Kurbel mit steilem Gewinde versehen, und wird zwischen zwei festen Ansätzen *a* und *b* zwangläufig geführt. Beim Anfahren wird nun diese Kurbel durch Vorwärtsdrehen auf 180° gestellt, wobei sie gegen den inneren Ansatz *a* gedrückt wird und infolgedessen mit der anderen gekuppelt ist. Beim Rückwärtsdrehen dagegen kommt sie gegen den äusseren Ansatz *b* zu liegen (Fig. 97) und nimmt daher dieselbe hängende Lage wie die gegenüberliegende Kurbel ein.

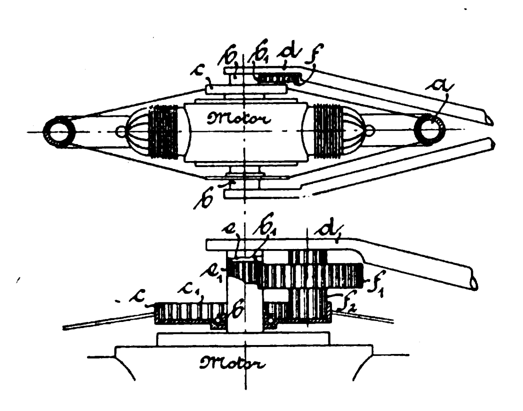


Fig. 88.
Antrieb von Weller.

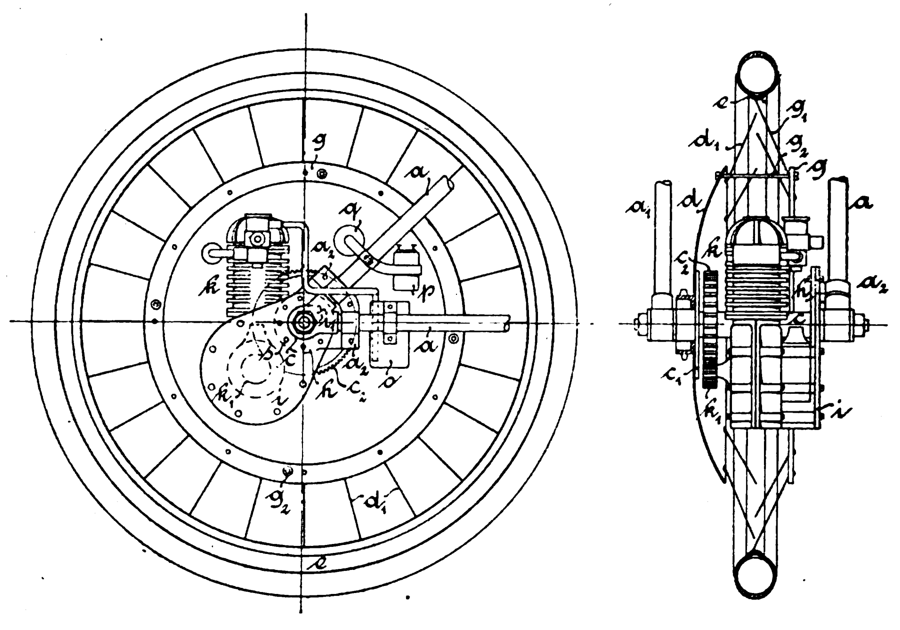
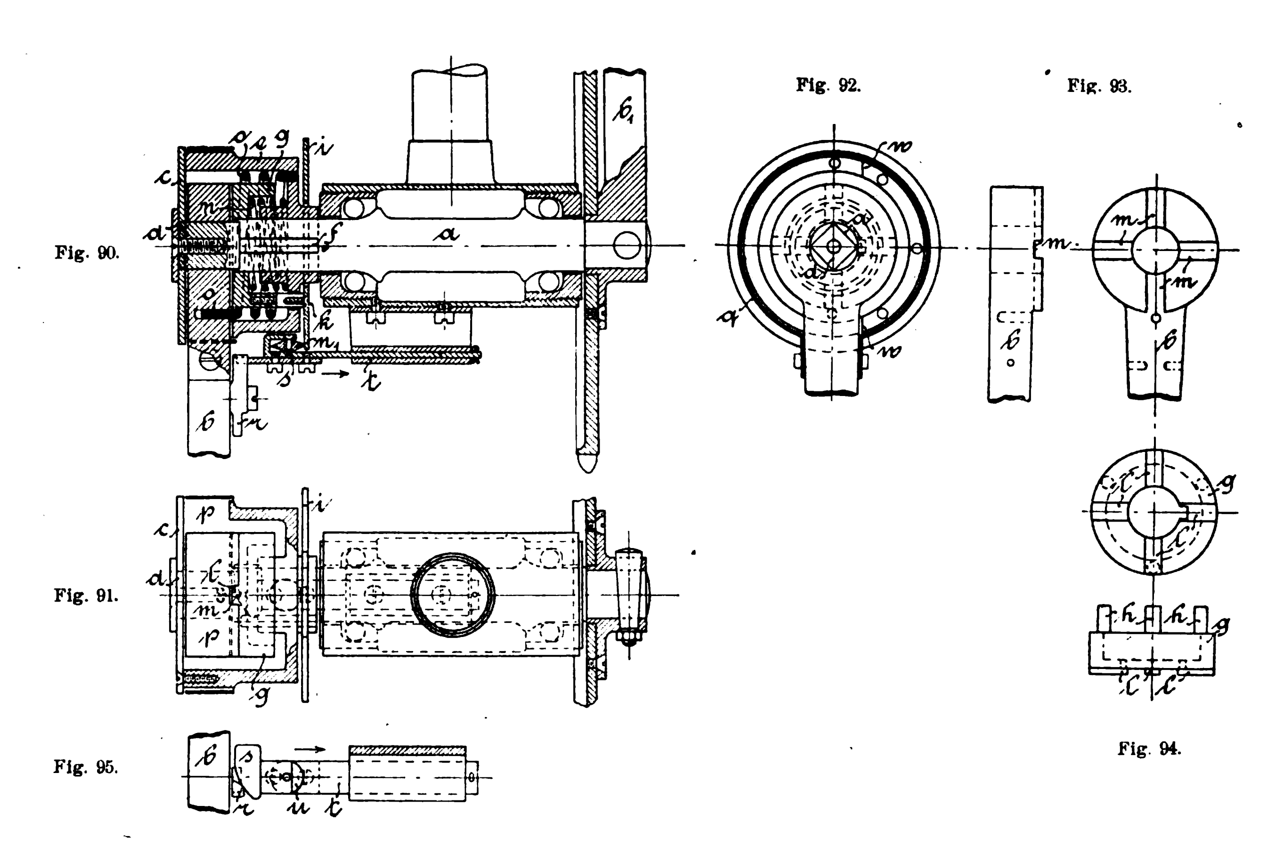


Fig. 89.
Abnehmbarer Motor von Buckley.



Vorrichtung zum Parallelstellen der Tretkurbeln von Soukup.

Die *Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.* in Neckarsulm behalten die festen Tretkurbeln bei, ordnen jedoch, um denselben Zweck zu erreichen, Fussraster in Verbindung mit einer Felgenbremse an (Fig. 98). Um erstere in Tätigkeit

zu setzen, wird mit dem linken Fuss das vermittelst einer Feder an das Motorgehäuse gehaltene Ruhepedal *a* durch seinen oberen Vorsprung wagerecht gestellt, wodurch eine mit dieser Bewegung in Verbindung gebrachte Vorrichtung das rechte Tretpedal in derselben Lage wie das linke abgeklappte Ruhepedal festhält.

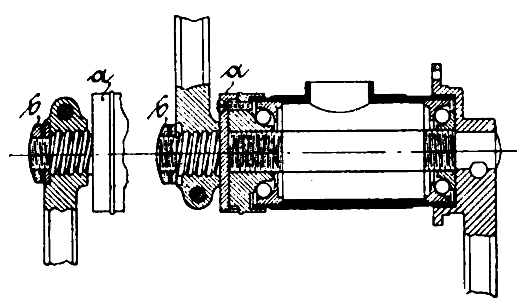


Fig. 97. Fig. 96.
Vorrichtung zum Parallelstellen der Tretkurbeln.

drückt, wodurch das Gestänge den Bremsschuh in die Rinne der Riemenfelge einpresst.

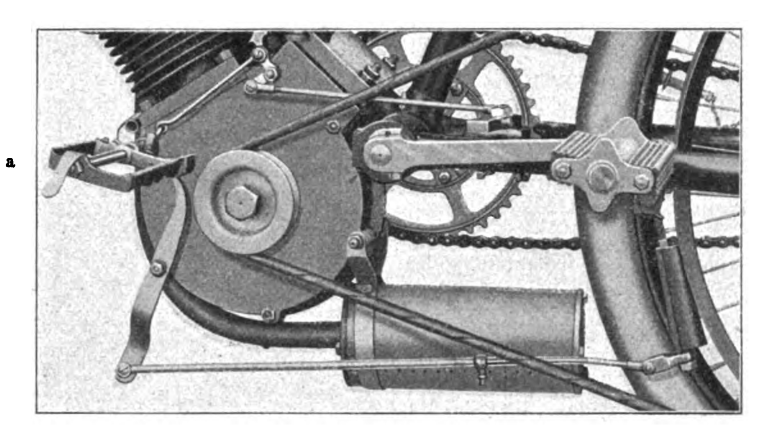


Fig. 98.
Fussraster mit Felgenbremse der Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.

Um die Bremse in Tätigkeit zu setzen, wird mit dem linken Fuss die rechte Seite des Ruhepedals nach unten gedrückt.

Sobald der Fuss das Ruhepedal verlässt, klappt dasselbe selbsttätig in die Höhe. (Fortsetzung folgt.)

Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Fortsetzung von S. 668 d. Bd.).

h) Glätten.

Die Papier-Kalanderwalzen leiden unter der Hitze der mit ihnen zusammenarbeitenden Hartwalzen, beziehungsweise durch den hohen Druck während der Arbeit sehr bedeutend. Kleine Teile bröckeln ab und können ernstlich schaden. *Ernst Lehmann* in Heidenau, beziehungsweise die ausführende, bekannte Fabrik *Jos. Eck & Söhne* in Düsseldorf, wollen dem nach D. R.-P. 119843 dadurch steuern, dass Asbestfasern, dann geeigneter Dreiviertelstoff mit Zusatzstoffen und Leimmilch in einen drehbaren Kocher gebracht werden. Gedreht wird dann solange, bis die Asbestfaser vollständig mit Leimmilch durchtränkt ist, wobei in irgend einer Art Druck, etwa durch die während des Kochens sich entwickelnden Dämpfe, angewendet wird. Dadurch und durch allfälligen Zusatz von schwefelsaurer Tonerde kann der gewünschte Härtegrad erreicht werden. — Um allenfalls eingeschlossene Luft zu entfernen, werden nach dem *Haubold*schen D. R.-P. 99401 Entlüftungsrohre in die Papierwalzen eingebaut.

Anders will *Robert Emmel* nach D. R.-P. 124725 diesem Verschleiss der Papierwalzen entgegentreten. Er legt zwischen den Papierteil und die eisernen Endscheiben Platten aus schlechten Wärmeleitern, von der Ansicht ausgehend, dass an das Papier unmittelbar während der Drehung nur wenig Wärme übergeht, weil alle Elemente nach der Berührung mit den heissen Hartwalzen frei werden und nur durch die gut leitenden Endscheiben fortwährend Wärme übertragen wird.

Für Hartwalzen werden jüngst von *Karl Schürmann* in Düsseldorf solche empfohlen, bei denen der harte Mantel auf Achsen aus schmiedbarem Material so aufgepresst wird, dass er an zwei Stellen mit der Achse zusammenhängt, statt an einer, wie es bei den gewöhnlichen Antideflektionswalzen der Fall ist. Die Druckverteilung wird hier zweifellos günstiger, doch mag eine Nachricht der bekannten Fabrik zum Bruderhaus in Reutlingen angeführt werden, wonach dort solche Walzen schon vor etwa sieben Jahren hergestellt worden sind.

Um übermässigen Glanz zu vermeiden, werden mattgeschliffene Walzen benützt. D. R.-P. 114228.

Auch für Glättwerke wird der Vorschlag gemacht, ähnlich wie es für Pressen von *Willi Schacht* (auf Seite 664 dieses Aufsatzes) geschah, um eine grössere Mittelwalze mehrere, etwa hydraulisch angedrückte Presswalzen zu legen, so dass das Papier nach und nach durch alle Presstellen geführt wird, nach Verlassen einer derselben abgehoben und dann zur nächsten durch geeignete Leitwalzen wieder zugeführt wird. Amerikan. Patent 639974 von *H. M. Harley* und *E. U. Gibbs*.

Andere Patente, wie jene von *Brookes* und von *Krause* beziehen sich auf geschickte Einführung der Bahn, beziehungsweise der Bogen.

Julius Wezel in Leipzig schlägt im D. R.-P. 126155 vor, dem Welligwerden des Papiers nach dem Kalandern dadurch vorzubeugen, dass man es im gespannten Zustande eine längere Zeit bis zur völligen Trocknung führt, beispielsweise dadurch, dass man das Papier auf und ab über eng aneinanderliegende Walzen leitet.

Für das Glätten von Buntpapier wird von *August Köbig* im D. R.-P. 108892 statt des Glättsteines, welcher quer über die Papierbahn geführt und angedrückt wird, eine Walze, an der Papierbahn anliegend, gebraucht, wobei in den Umfang der Walze die Glättsteine entsprechend eingesetzt sind. *Gmeiner* wendet nach D. R.-P. 101857 zwei Glättsteine im gemeinsamen Halter an.

Bekanntlich ist das Papier, um es in der richtigen Weise zu glätten, oft vorher zu feuchten. Hierfür sind schon eine grosse Anzahl von Apparaten bekannt. Zu diesen treten einige neuere: So jener von *Heinrich Schaaf* nach D. R.-P. 118312, bei dem eine Drehbürste Wasser aus einem Trog in die Borsten nimmt, an einer geeigneten Anschlagfläche vorüberstreicht, die Borsten abbiegt und dann ausschnellen lässt, wodurch ein Regen auf das Papier gelangt. *J. Wezel* wendet im D. R.-P. 117228 Zerstäuber an, welche das Wasser gegen eine Feuchttrommel senden, um welche die Papierbahn geführt wird. *Leopold Zeyen* lässt mittels eines Filzes nach D. R.-P. 113081 Wasser aus einem Gefäss saugen und jenes durch eine das Filzende treffende Schlägerwalze zerteilen. *G. T. Pratt* wendet Feuchtwalzen an.

i) Schneiden.

Bevor das Papier in diejenige Flächenausdehnung durch Schneiden gelangt, die man braucht, ist es besonders bei der Erzeugung von Feinpapieren, wünschenswert, auf der Papiermaschine, über die Gleichmässigkeit desselben beruhigt sein zu können. Gewöhnlich wird hierfür unmittelbar ein der Bahn entnommener Teil von ganz bestimmter Fläche ge-

wogen. Ununterbrochene Wägung beziehungsweise, was auf dasselbe hinauskommt, Bestimmung der Dicke, hat aber vieles für sich. Neuestens wird ein Apparat empfohlen, bei welchem eine Tasterrolle, welche auf der über eine feste Unterlage geführten Papierbahn gleitet, die Veränderungen der Dicke, abhängig von der Zeit, ununterbrochen aufzeichnet[12]).

Die für das *Schneiden der Bahnen der Länge nach* gebräuchlichen Kreisscheeren werden nach wie vor angewendet. In Einzelheiten kommen mehr weniger empfehlenswerte Abänderungen vor. *F. Schmidt* in Naumburg bringt nach D. R.-P. 110080 die Achse für die obere, nicht unmittelbar angetriebene Schneidscheibe mit einem dazu im Winkel stehenden Teil in Verbindung. Verdreht man den letzteren, so hebt oder senkt man dadurch die Drehungsachse der oberen Schneidscheibe und ist dadurch in der Lage, bequem einzustellen. Um viele schmale Streifen zu erzielen, wendet *B. Kollén* nach D. R.-P. 104484 federnde Schneidscheibenblätter an, welche geeignet achsial aneinander gedrückt werden, sonach sichern Anschluss und sauberen Schnitt erwarten lassen. *F. H. Peukert* legt nach D. R.-P. 111218 knapp neben die Schneidscheibe Druckrollen, welche das Papier an den zu erzielenden Rändern festhalten und dadurch saubere Ränder erreichen lassen. *E. Oeser* benützt nach D. R.-P. 109060 schief gelegte Schneidscheiben, um Kartenblätter mit abgeschrägten Rändern zu versehen.

Damit sind wir allerdings eigentlich bei dem *Querschneiden* angelangt, das wohl nicht im Zusammenhang mit der Papiermaschine ausgeführt wird, aber hier doch im Anschlusse kurz besprochen werden möge.

Auch *Hermann Herbst* benützt nach D. R.-P. 122405 Rundmesser zum Querschneiden, angeblich um gefahrloser zu arbeiten, was immerhin fraglich ist. Zuführpresse u. dgl. sind recht verwickelt.

Sehr geschickt ist eine Bogenführung von *Friedrich Müller*, Potschappel nach D. R.-P. 106469, wobei auf Querschneiden in zwei zueinander senkrechten Richtungen ausgegangen wird. Führungswalzen liefern das an zwei parallelen Seiten beschnittene Papier auf eine Reihe von Federn, welche den Bogen solange etwas hochhalten, bis er die vorerwähnten Walzen ganz verlassen hat und mit dem ganzen Gewicht die Federn belastet. Dadurch werden sie niedergedrückt und kommt der Bogen auf Leitwalzen zu liegen, welche ihn in der zu der vorigen senkrechten Richtung weiter und gegen die zweite Schneidvorrichtung führen.

Eine hübsche Anordnung bietet *Rudolf Kron* in Golzern nach D. R.-P. 102064 zum Querschneiden längerer Bahnen. Von den Bahnen *b* (Fig. 109) wird das Papier über die

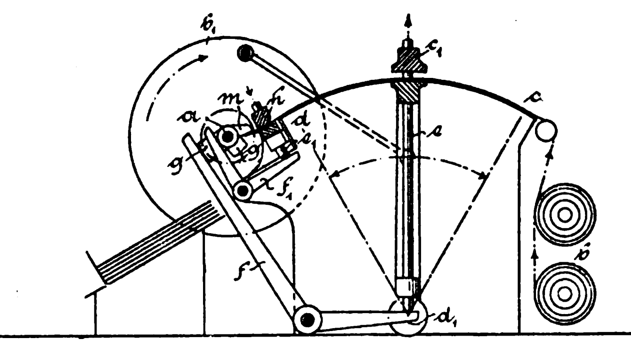


Fig. 109.

kreisförmige Leitfläche *c d* zu dem Drehmesser *m* geführt, und zwar zieht die Presse c_1 das Papier in der richtigen Länge heran, die Presse *h* klemmt unmittelbar benachbart der Schnittstelle. Beide Pressen werden von der Drehbewegung des Messers *m* beeinflusst. Auf der Welle *a* des Messers *m* befinden sich nämlich in richtiger gegenseitiger Lage die beiden Daumen *g* und g_1, *g* wirkt auf den Winkelhebel *f*, welcher mit seinem ungefähr wagerecht liegenden Arm die Stange *e* stützt, die durch den unteren Pressbalken bis zum oberen c_1 geführt ist, sodass c_1 durch die Betätigung des Daumens *g* angehoben, beziehungsweise fallen gelassen wird und dann die Papierbahnen klemmt. Dies geschieht, während die Bahnen durch den einstellbaren Schubstangen-Kurbel-Mechanismus von der Kurbelscheibe b_1 aus mittels der Schwingen, welche die Presse c_1 stützen und um d_1 drehbar sind, herbeigezogen werden. Der Daumen g_1 wirkt auf den einen Arm des Winkelhebels f_1. Dadurch kann der Bolzen e_1, beziehungsweise der obere Pressbalken *h* gehoben und damit die Zufuhr einer weiteren Länge frei gegeben werden. Die abgeschnittenen Bogen fallen dann auf den angedeuteten Stoss.

Um möglichst viele Rollen unterbringen und sie auch bequem einlegen und auswechseln zu können, baut *C. G. Haubold jr.* durch D. R. G. M. geschützte Rollenständer, welche keine wagerechten Verbindungsleisten in der Mitte besitzen und daher das Einschieben von Rollenwagen unmittelbar gestatten, solcherart die Arbeit nicht unwesentlich beschleunigend.

Von anderen Querschneidern[13]) sei des D. R.-P. 111178 von *Julius Post* in Hamburg gedacht, welcher das Messer um zwei zu einander senkrechte Achsen drehbar macht, um das bewegliche Messer etwas schief gegen das feststehende an diesem vorüber zu führen, um ganz reinen Schnitt zu erzielen. Hübsche Pressen und ziehende Schnittausführung finden wir bei den Scheeren von *Chn. Mansfeld* in Leipzig-Reudnitz, in der Bauart von *G. Homann* nach D. R.-P. 103489, in den Konstruktionen von *Karl Krause* in Leipzig u. a.

Besonders dann, wenn ganze Stösse beschnitten werden sollen so, dass alle Bogen genau dieselbe Grösse erhalten, die Schnittflächen genau lotrecht ausfallen, ist sichere, kräftige Pressung der Stösse unmittelbar bei dem Messer durchaus notwendig. Dies soll aber rasch geschehen, und ebenso wünschenswert ist es, nach dem Schnitt rasch die Presse lösen zu können, um die Arbeit zu beschleunigen.

Ganz geschickt ist dies unter anderen bei der *Mansfeld*schen Scheere durch eine Fusstrittpresse mit Sperrmechanismus gelöst[14]). Verwickelter ist die Anordnung in der Scheere von *Krause* nach D. R.-P. 97985, wobei es allerdings tunlich ist, sowohl einen hohen Stoss, wie auch einen einzelnen Bogen festzuhalten, ohne einen besonderen Handgriff.

Die D. R.-P. 95319 und 95654 von *Krause* zeigen vierseitige Beschneidmaschinen mit drehbarem Tisch, wo durch einstellbare Anschläge, richtiges rechtwinkeliges, vierseitiges Beschneiden gewährleistet ist. Im D. R. G. M. 95386 zeigt *Krause* an einer Beschneidemaschine, wie man genau den Vorschub einzustellen vermag, um viele parallele, gleichbreite Streifen zu gewinnen. Auch hier benützt er Stellschrauben und eine geeignete Sperrzahnung. Im D. R.-P. 108919 ist *Krause* auch ein genauer mechanischer Vorschub patentiert.

Einigermassen im Widerspruch mit den bisherigen Erfahrungen steht das D. R.-P. 100110 von *Goss*. Es wird hier vorgeschlagen, das Papier nachgiebig durch Bürsten gegen die Messer zu drücken, um glatten Schnitt zu erzielen!

In zahlreichen anderen Patenten und auch Ausführungen ist immer fester Druck gewählt. *Rosenthal* D. R.-P. 97388, *Seybold* D. R.-P. 97087, *Leland & Faulconer* (schiefer Schnitt) D. R.-P. 97231 u. a.

Für das *Rollen* der zugeschnittenen Bahnen ist keine wesentliche Neuerung zu verzeichnen. Die *Holzwarenfabrik Burgthan* empfiehlt Holzhülsen mit gepressten Stahlringen von U-Querschnitt armiert; *Frank* nach D. R.-P. 114044 und *Smith* geben der Länge nach geteilte Hülsen zum bequemen Ausziehen aus der Rolle an; *Th. Savery* im D. R.-P. 124920 eine veränderliche Belastungsvorrichtung für die Wickelwalze, um den Andruck derselben entsprechend dem wachsenden Durchmesser der Wickelwalze zu regeln; *H. Gmeiner* in seinem D. R.-P. 109931 zeigt wieder eine Ausstreifvorrichtung mittels schiefer Reibungsflächen für die aufzuwickelnde Bahn.

5. *Rundsiebmaschinen.*

Das diese Art von Papiermaschinen charakterisierende Rundsieb bedarf der sorfältigsten Ausführung, um den Anstrengungen, insbesonders durch die am oberen Scheitel

[12]) Vergl. den Apparat von *Schopper;* D. p. J. 1896, **301**, 148.

[13]) Vergl. die verschiedenen Berichte d. Verfassers in D. p. J. 1892, **286**, 1894, **294**, 1896, **301**, 1898, **310** usw.

[14]) Vergl. D. p. J. 1898, **310**, 152.



befindliche Abnehmwalze, gewachsen zu sein. Je breiter (länger) dabei dieses Sieb wird, desto heikler wird es begreiflicherweise. Daher und auch der bequemen Bedienung halber geht man bei *Pappenmaschinen* nicht gerne sehr weit, so dass hierbei Maschinen mit einer Breite bis zu 130 cm etwa zu den beliebteren gehören, ohne damit sagen zu wollen, dass nicht auch Rundsiebmaschinen von wesentlich grösserer Breite, selbst bis gegen 3 m heute gebaut werden.

Um solche Siebe ausreichend fest zu bekommen, wurden schon in den vorangegangenen Berichten viele Anordnungen aufgezählt. Auch diesmal sind etliche zu verzeichnen. *Heinrich Kutschera* in Bubna bildet die Mantelfläche nach D. R.-P. 119372 aus einer kräftigen, in Spiralen gewundenen Drahtlage, wobei in den Draht geschlungene Oesen sich um Querstäbe legen, welche in die Zylinderdecke eingelassen sind. Diese Oesen sind auch sehr gut geeignet, um die Schlitzweite, den Zwischenraum zwischen den einzelnen Drahtlagen zu regeln.

Leopold Zeyen in Raguhn wendet bei seinen Rundsieben nach D. R.-P. 103676 einen gelochten Blechmantel als eigentliche Unterlage für das Sieb an. Damit aber die Unterlage, welche wegen der notwendigen Oeffnungen sehr geschwächt ist, sich nicht ungehörig durchbiegt, wird dieselbe noch durch einen innerhalb eingezogenen Wellenblechmantel gestützt, der in den Wellentälern genügend Löcher für den Wasserabfluss erhält.

Im D. R.-P. 104897 verwendet *Leopold Zeyen* als Siebstütze Ringe *r*, Fig. 110, von U-förmigen Querschnitten, wobei die Flantschen *f* die Stäbe *t* stützen, während die Basis *s* des U mit vielen Löchern versehen ist, um das andringende Wasser rasch durchzulassen. Die U-Ringe werden dann durch geeignete Armkreuze, wie aus der Figur unmittelbar zu ersehen, mit der Achse verbunden.

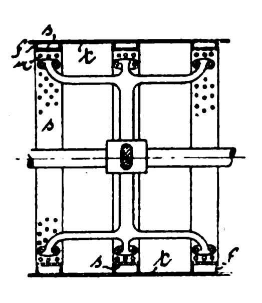


Fig. 110.

Um den der Maschine zufliessenden Stoff ständig beobachten zu können, empfiehlt *E. J. Eichhorn* in Glashütte im D. R.-P. 105616 an das Zuflussgerinne ein kommunizierendes Rohr anzuschliessen, das in einen Trichter mit Ueberlauf übergeht, dessen Höhenlage eingestellt werden kann. Dadurch ist der beabsichtigte Zweck allem Anscheine nach gut zu erreichen, besser als in der heute üblichen Weise, wonach von Zeit zu Zeit Stoffproben aus dem Gerinne genommen werden.

Um zu verhindern, dass sich noch vor dem Sieb in der Bütte, insbesonders in den vom Rundsieb entfernteren Winkeln Stoff u. dergl. ungehörig absetze, sind Rührer verschiedener Art bereits in Gebrauch. *Friedrich Kurtz* in Wernsdorf schlägt nun im D. R.-P. 103915 vor, solche Rührer aus glatten, ebenen Scheiben zu bilden, welche untereinander parallel, aber schief auf eine Drehachse aufgebracht werden. Bei der Drehung wirken diese Scheiben auf die umgebende Flüssigkeit hin und her treibend, abweichend von einer Schraube, bei welcher sich ein Strom nach derselben Richtung ergibt. Abgesehen davon, dass damit wirklich das Absetzen von Stoffteilen gut hintangehalten werden kann, werden bei der *Kurtz*schen Anordnung die Fasern sehr durcheinander gewirbelt, was auf die Verfilzung immerhin günstigen Einfluss üben kann.

In anderer Art sucht die *Maschinenbau-Anstalt u. Metalltuch-Fabrik* in Raguhn nach D. R.-P. 102738 ähnliche Zwecke zu erreichen. Sie bildet eine Art Rechen aus wagerechten Leisten an lotrechten Stangen. Die Leisten enden ziemlich nahe an der Umfläche der Siebtrommel und werden mittels der lotrechten Stangen, beziehungsweise durch ein geeignet angeordnetes Exzenter rasch auf und ab bewegt. Es wird erhofft, dass insbesonders dann, wenn ein solcher Rührer in der Nähe derjenigen Stelle, wo das Rundsieb bei seiner Drehung aus den Stoff heraustritt, angebracht wird, die Flüssigkeit an der Umfläche des Siebzylinders in eine so starke Bewegung, gewissermassen schwingend, versetzt werde, dass dadurch die Stoffasern verhindert werden, sich ungleichmässig zu verteilen, also auch ungleichmässiges Papier hervorzurufen, unbeschadet des Umstandes, dass die Fasern für bessere Verfilzung gut durcheinander kommen.

Um die Breite der auf der Rundsiebmaschine herzustellenden Papierbahn zu verändern, bleibt heute kaum etwas anderes übrig, als entweder ein anderes, entsprechendes Rundsieb zu nehmen, oder auf das vorhandene, zu breite, seitlich Zeugstreifen aufzunähen und so einen Teil der Sieboberfläche zuzudecken. Deckelriemen, analog jenen bei den Langsiebmaschinen, sind hier mit Rücksicht auf die ganze Anordnung schwer anzubringen. Interessant sind in dieser Richtung zwei neuere Vorschläge. *Beveridge* und *Frye* schlagen im amerikan. Patent 659283 einen bleibenden Deckelriemen vor. Die äussersten, an den Stirnwänden liegenden Siebmantelteile werden durch Zeug- bezw. Metallstreifen *13* (Fig. 111, 112) bestimmter Breite beständig gedeckt erhalten. In derselben Breite ist ein endloser Deckelriemen *14* vorhanden, welcher über Leit- und Einstellrollen so geführt wird, dass er bei jedem der Siebe einen guten Teil des Umfanges umgibt. Die Rollen *16* sind mittels *20*, *21* nach der Breite stellbar und nehmen dabei durch Randscheiben den Deckelriemem mit, was mit Rücksicht auf die ausreichende Länge der anderen Leitrollen *15*, *17* und *18*, sowie Spannwalze *19* anstandslos möglich ist. Die papierbildende Oberfläche des Rundsiebes *7*, *9* im Trog *3* und mit Welle *8* ist damit wirklich für den durch Zulauf *1*, *2*, *4* ankommenden und die Höhen *5*, beziehungsweise *6* einhaltenden Stoff innerhalb gewisser Grenzen regelbar. Nur muss das Sieb um die Breite der Streifen *13* länger sein, als die grösste, auf der Maschine herzustellende Bahnbreite. Nassfilz *10* und Gautschwalze *11* bieten gegen die gewöhnlichen Ausführungen nichts Besonderes. Die Füsse *12* gestatten den Deckelriemen unterhalb der Tröge zurückzuführen.

Fig. 111.

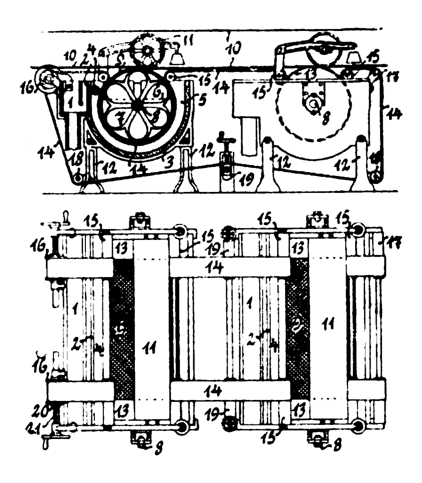


Fig. 112.

Anders versuchen *Bidwell* und *Reynolds* im amerikan. Patent 587918 der Aufgabe beizukommen. Sie fassen den Deckelriemen, ähnlich geleitet, wie in den beiden vorigen Figuren in einen Rahmen, an den sich seitlich, gegen die Stirnwände des Rundsiebes teleskopartig in einander schiebbare Mäntel anlegen. Auf den ersten Blick glaubt man so noch mehr als mit der vorerwähnten Anordnung zu erreichen. Doch bieten allem Anscheine nach die ineinander schiebbaren Wände so bedeutende Herstellungs-, Erhaltungs- und Gebrauchsschwierigkeiten, dass man dem *Bidwell-Reynolds*schen Gedanken kaum Erfolg verheissen kann.

Wird die Rundsieb- als Pappenmaschine benutzt, so ist der Umfang der *Formatwalze* bestimmend für die Grösse des herzustellenden Pappebogens. Es ist üblich, für eine neue Grösse eine ganz neue Formatwalze zu gebrauchen. *Alfred Menzel* in Ulbrichsberg will dem einigermassen durch Anordnungen steuern, welche sich in den D. R.-P. 120285 und 124558 finden. In der einen Art wird die Mantelfläche der Formatwalze aus geeigneten Stäben gebildet, welche in ausreichender Zahl für einen bestimmten Umfang über die zugehörigen Endscheiben zusammengestellt werden. In der anderen Art bleiben die Endscheiben dieselben und mit den zugehörigen Achsenteilen fest verbunden, während nach Bedarf die Mäntel gewechselt werden. Damit

diese auf die bereits vorhandenen Endscheiben passen, haben die Mäntel nach innen geeignete, das Passen veranlassende Ansätze, mit denen auch die Mäntel an die Endscheiben geschraubt werden können.

Gaston Brigalant bezweckt im D. R.-P. 100394 den Druck, unter welchem das Aufwickeln bei der Formatwalze stattfindet, der Dicke des Blattes gemäss zu regeln. Hierfür hebt er entweder die Formatwalze mittels geeignet angetriebenen Schraubenspindeln proportional zur Drehung, also auch zum Anwachsen des Formatwalzenhalbmessers, oder aber er verringert die Belastung für den Andruck dadurch, dass er proportional zur Walzendrehung das Gewicht an seinem Hebelarm gegen dessen Drehpunkt schiebt. *Brigalant* will durch dieses Mittel vermeiden, dass die Pappe, insbesonders solche aus Lederabfällen, zerdrückt werde. Man vergleiche hierzu auch die Anordnung von *Savery*, welche beim „Rollen" Seite 684 erwähnt worden ist. Etwas ähnliches versucht *Bernerd Eilers* nach amerikanischem Patent 608849 zu erreichen. Er drückt gegen die auf der Formatwalze sich aufwickelnden Schichten nacheinander zwei Presswalzen und hofft dabei durch geringeren Druck bessere und vor allem schonendere Entwässerung zu erzielen als durch eine Presse mit verhältnismässig hohem Druck. Dagegen presst *F. H. Fröhlich & Sohn* nach D. R.-P. 99452 durch eine Walze mit vertieftem Muster noch auf dem Nassfilz Tapetenpapiere mit hohem Relief.

Um Lösch- und Filterpapier recht saugfähig, porös, zu machen, schlägt *F. A. Fletcher* im amerikan. Patent 645081 vor, die ganze Nasspartie in einen Vakuumkasten zu schliessen. Dadurch und durch Erhitzen der feuchten Papierbahn wird sie entwässert, ohne gepresst worden zu sein. Dieser Vorteil scheint wohl zu teuer erkauft. Vergl. den Vorschlag von ***Fairbanks*** und ***Fish*** auf S. 667 dieses Aufsatzes.

Eine mehrfach Rundsiebmaschine von *Hans Schalcher* nach D. R.-P. 98905 ermöglicht die in zwei Abteilungen erzeugte, mehrfache Stoffbahn während des ganzen Laufes zu beobachten. Wir erkennen in Fig. 113 die beiden Abteilungen zu je drei Zylindern c, c_1. Aus der Abteilung A kommt die Bahn in der Pfeilrichtung mit dem Nassfilz f die eine Fläche eines endlosen Siebtuches geschleudert und durch dieses den Pressen zugeführt. Auch ein Saugkasten kann eingeschaltet sein. Schichtenweise Anordnung wird hierbei wohl nicht vorkommen, ob aber ein besseres Produkt erzielt wird, mag dahingestellt bleiben.

Im amerikan. Patent 665063 lässt *Case* den Stoff unmittelbar in Rahmen einlaufen, deren Boden ein damit nicht zusammenhängender Filz bildet. Auf den Stoff setzt man eine Pressplatte, darauf wieder einen Filz und auf diesen einen Rahmen u. s. f. bis man eine ausreichende Zahl übereinander hat. Dieser Stoss wird dann hydraulisch gepresst und solcherart eine Pappe von beliebiger Stärke erzeugt.

Im amerikan. Patent 667902 schlägt *Case* im Vereine

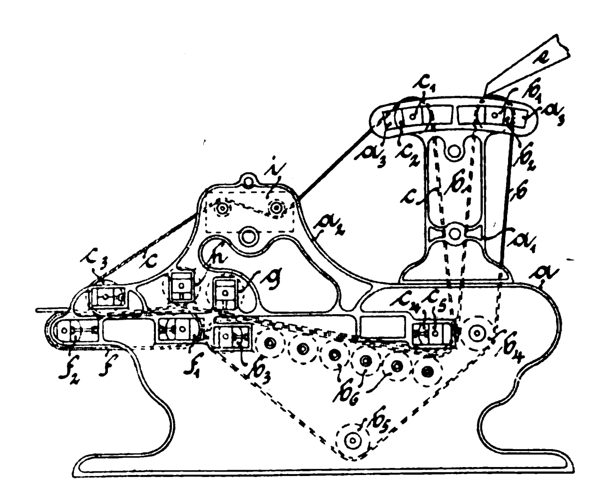


Fig 114.

mit *J. Gray* eine andere eigentümlich gebaute Maschine vor (Fig. 114). Zwei Langsiebe b, c werden geeignet über Walzen b_1—b_5, beziehungsweise c_1—c_5 geführt. Dadurch, dass b_1 und c_1 in einem Bogenschlitz a_3 stellbar sind, gewinnt man einen keilförmigen, nach oben offen und durch

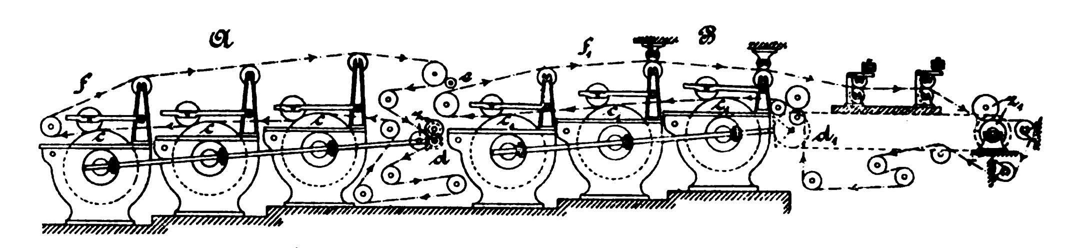


Fig. 113.

sichtbar gegen einen Egoutteur e, welcher die Bahn auf den zweiten Nassfilz f_1 überzuführen ermöglicht, in die zweite Abteilung B, von wo die Bahnen immer sichtbar in die Pressen usw. gelangen. Antriebräder d, d_1, beziehungsweise Zugwalzen z, z_1 vermitteln die Bewegung.

In der mehrfach Rundsiebmaschine von *A. W. Case* nach amerikan. Patent 642083 wird eine Seite der Papierbahn gemustert, bezw. gefärbt dadurch hergestellt, dass mit gewöhnlichen weissen Bahnen eine andere zusammengegautscht wird, welche aus einer besonderen Bütte durch ein endloses Sieb geschöpft wird. Aehnlich ist die Herstellung des Doppelpapieres von *Crump* nach D. R.-P. 96558. *Bordier* gautscht nach franz. Patent 274597 Draht in Papier.

6. *Verschiedene andere Papiermaschinen.*

Ganz eigentümlicher Art, beziehungsweise erinnernd an ältere, bereits bekannte Apparate sind die von *A. W. Case*, welche derselbe in drei amerikan. Patenten geschützt erhielt. Im amerikan. Patent 598241 wird von dem sonst üblichen Auf- beziehungsweise Anfliessen des Stoffs an das Entwässerungssieb abgegangen. Vielmehr wird der offenbar sehr dickflüssig zugebrachte Stoff durch eine Art Krempelwalze von hoher Umfangsgeschwindigkeit erfasst und gegen seitliche Wände auch dahin abgeschlossenen Raum, in welchen durch e Papierstoff einfliesst. Dieser wird zwischen den beiden Metalltüchern über Registerwalzen b_6 geleitet bis zu den ersten Presswalzen g, b_3. Von dort geht die Papiermasse nur mit dem Obersieb gegen die zweite Presse h, f_1, mit Unterfilz f, der die Pappe schliesslich auch aus der Maschine führt. Bei i wird das rückkehrende Obersieb gewaschen, a, a_1, a_2 ist das Gestelle der Maschine.

7. *Antrieb von Papiermaschinen.*

Der unmittelbare Zusammenhang der verschiedenen Arbeitsprozesse in den Papiermaschinen bringt es mit sich, dass der Antrieb derselben gewisse Besonderheiten bedingt. Während der Bildung des Papierblattes findet eine fortwährende Längenänderung in den einzelnen Teilen der Bahn statt, sodass, sofern man sicher vermeiden will, dass die Bahn reisse, Geschwindigkeitsänderungen vom Auflauf des Stoffes bis zum Aufrollen der fertigen Papierbahn vorgenommen werden müssen. Bei der grossen Länge der Papiermaschinen machen Wellentransmissionen bereits Schwierigkeiten. Zur Abhilfe wurden Reibungstriebe verschiedener Art vorgeschlagen. Der *Seybold*sche Reibräderantrieb ist vieler Orten gerne gesehen. Jüngst hat die Maschinenfabrik

Füllner in Warmbrunn zwei Anordnungen, die sehr viel Vertrauen verdienen, patentiert erhalten. Im D. R.-P. 108311 ist ein Seiltrieb für Papiermaschinen angegeben. Wir erkennen in Fig. 115, 116 zwei Arten der Ausführung in Grund- und Aufriss, und zwar oberirdisch und unterirdisch in einer Figur vereint. Im Falle des unterirdischen Antriebes wird man wohl am einfachsten den Forderungen nach Sicherung vor Unfällen gerecht, indem solche Triebe in gedeckten Kanälen der unmittelbaren Berührung entrückt sind, während sonst Verkleidungen der bewegten Teile angebracht werden müssen. Von der mehrrilligen Seilscheibe *b* gehen entweder Einzelseile oder die Teile eines zusammenhängenden Kreisseiltriebes zu den Seilscheiben *d*—*m* für jene Wellen, welche in die Papiermaschine die Kraft für einen besonderen Teil derselben übertragen sollen. Dabei sind auch noch Riemenkegelgetriebe d_1, d_2—m_1, m_2 vorgesehen, um innerhalb einer bestimmten Arbeitstätte sich den dort herrschenden Verhältnissen vollkommen anpassen zu können. Gebraucht man ein Kreisseil, so läuft dasselbe abwechselnd über die zum Antriebe der verschiedenen Teile der Papiermaschine dienenden Scheiben und über je eine Seilnut der Trommel *b*. Von der letzten Nut der Trommel wird das Seil unter Vermittlung einer schräg gelagerten Seilscheibe *r* nach der ersten Nut der Trommel zurückgeleitet. Seilscheibe *r* wirkt auch als Spannrolle, indem über Rolle *t* durch Gewicht *p* auch die Spannung gegeben ist, woraus sich die leichte Regelung ergibt, dabei ruhiger, zuverlässiger Gang aller Einzelwellen. Führt man, wie in der Patentschrift auch angegeben, die Seilrollen *d* usw. lotrecht zur Achse durch eine Mittelebene geteilt aus, so kann durch Nähern oder Entfernen dieser Hälften auch der Halbmesser für das auflaufende Seil und damit, ohne den Kegel-Riemenscheibenbetrieb, unmittelbar bei jeder Welle, allerdings in bescheidenen Grenzen, die Geschwindigkeit geändert werden.

Um die bewegten Massen nach Möglichkeit herunterzudrücken und dadurch die *rasche* Aenderung der Geschwindigkeit (besonders bei den heutigen hohen Werten derselben) an den einzelnen Arbeitstellen zu erleichtern, gibt *H. Füllner* im D. R.-P. 112169 einen ungewöhnlichen Reibräderantrieb an, der aber nichtsdestoweniger sehr vieles für sich hat, Fig. 117. Auf der parallel zur Längsrichtung der Papiermaschine liegenden Haupttransmissionswelle *a* sind verschiebbare Reibrollen *b* angebracht. Diese arbeiten mit Reibscheiben *e* zusammen, die je auf den einzelnen Wellen *c* sitzen, welche die Kraft in die Abteilungen der Papiermaschine übertragen. Diese Scheiben *e* sind im wesentlichen Blechringe, welche in entsprechende Nabenteile geklemmt sind. Der Andruck wird durch einstellbare Rollen *g* im Gestelle *f* veranlasst. Um die Winkelgeschwindigkeit der getriebenen Wellen zu ändern, hat man nur die Rollen *b* näher oder ferner vom Mittelpunkte der bezüglichen Scheibe *e* einzustellen, was mittels des bei *h* angedeuteten Winkelhebels und eines geeigneten, bei *k* zu denkenden Schraubenmechanismus tunlich ist. Um vor dem Anlassen der Maschine einzelne Teile bereits derart einstellen zu können, dass für die genauere Regelung der im Gange befindlichen Maschine nur mehr geringe Verschiebungen der Triebräder *b* auf der Welle *a* erforderlich sind, werden sämtliche Lager der Welle *a* sowie auch die zur Lagerung der Druckrollen dienenden Böcke auf Fundamentschienen parallel zur Welle *a* verschiebbar angeordnet. Man kann auch selbstverständlich jedem Einzelantrieb seine eigene Hauptwelle *a* geben und dadurch die Abteilungen unabhängiger von einander machen. Um ausreichend Reibung zu gewinnen, sind entweder die Triebräder *b* oder die Ringe *e* mit Gummi, Leder oder dgl. bezogen. Die Blechscheiben *e* sind in ihrer Stärke den jeweiligen Verhältnissen anzupassen.

Fig. 115.

Fig. 116.

Was die Mitnahme der Papierbahn unmittelbar anlangt, so hat hierfür *Hermann Gmeiner* in Benndorf im D. R.-P.



108418 einen interessanten Gedanken niedergelegt. Statt die Papierbahn zwischen zwei Walzen durch den Andruck derselben mitnehmen zu lassen, nimmt *Gmeiner* nur eine, aber hohle und mit durchlöchertem Mantel ausgestattete Walze, an deren Innenseite gut abgedichtet sich ein Segment legt, aus dem in irgend einer Art achsial die Luft abgesaugt wird. Es presst somit der äussere Luftdruck die Bahn sehr schonend an die Walzenumfläche, wodurch die Bahn sehr sicher mitgenommen wird. Das Saugsegment ist im Kreise einstellbar, um die Stelle wählen zu können, an welcher die Bahn an der Walze liegen soll.

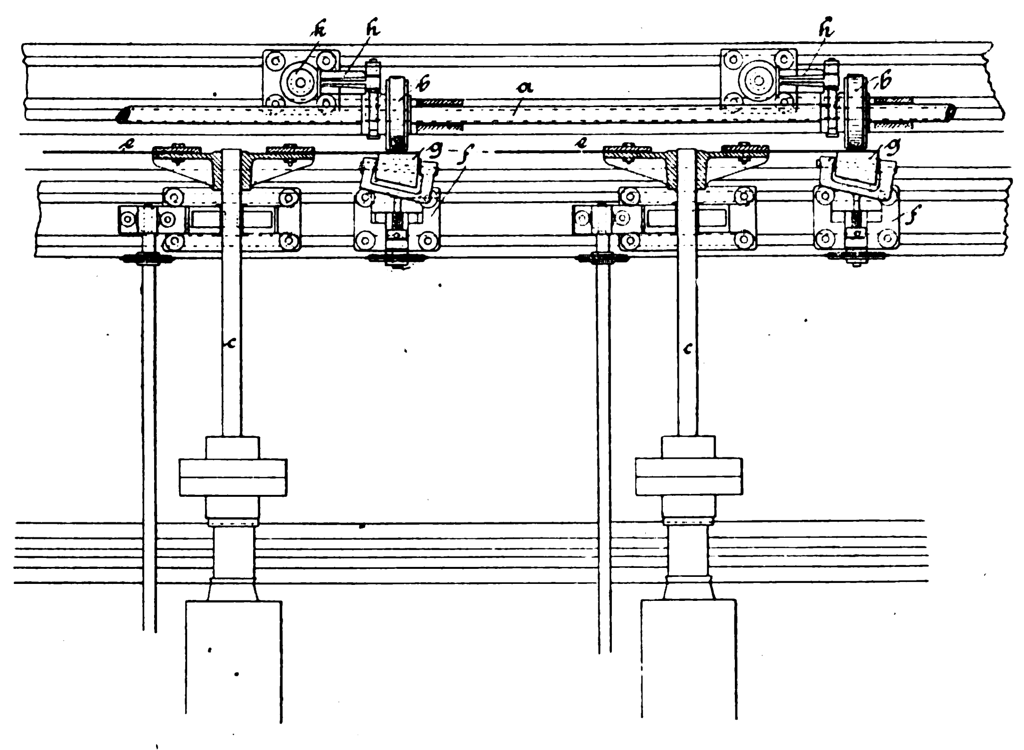


Fig. 117.

(Fortsetzung folgt).

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. Herausgegeben vom Geh. Ober-Baurat *Blum*, Geh. Reg.-Rat *von Borries* und Geh. Reg.-Rat *Barkhausen*. Band I Teil I die *Lokomotiven*. 2. Aufl. Wiesbaden 1903, C. W. Kreidel. 523 S. mit 672 Abb. und 6 Taf. Preis 20 Mk.

Grundlinien des wissenschaftlichen Rechnens. Von *Dr. Heinrich Bruns*. Leipzig 1903. B. G. Teubner.

Encyklopädie der elementaren Algebra und Analysis. Von *Heinrich Weber*. Leipzig 1903. B. G. Teubner.

Die Fabrikation des Superphosphats. Ein Handbuch für den Düngerchemiker im Betriebe und im Laboratorium von *Ludwig Schucht*. 2. Aufl. Braunschweig 1903. Friedrich Vieweg und Sohn.

Die Brennöfen für Tonwaren, Kalk, Magnesit, Zement und dergl. mit besonderer Berücksichtigung der Gasbrennöfen. Von *Ernst Schmatolla*. Hannover 1903. Gebrüder Jänecke. Preis 4,80 Mk. B. G. Teubner.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen. Ein Bericht über die Fortschritte auf allen Gebieten des Eisenhüttenwesens im Jahre 1901. Von *Otto Vogel*. Düsseldorf 1903. A. Bagel.

Die drahtlose Telegraphie in ihrer Verwendung für nautische Zwecke. Von *Dr. Rudolf Blochmann*. Leipzig u. Berlin 1903. B. G. Teubner.

Die Proportion des goldenen Schnitts als das geometrische Ziel der stetigen Entwicklung und die daraus hervorgehende Fünfgestalt mit ihrer durchgreifenden Fünfgliederung. Von Baurat *J. Kübler*. Mit 4 Taf. Leipzig 1903. B. G. Teubner.

Geographisch-Statistische Tabellen aller Länder der Erde. Herausgegeben von Prof. *von Iuraschek*. Frankfurt a. M. 1903. Heinrich Keller.

Kalender für Eisenbahntechniker. Begründet von *Edm. Heusinger von Waldegg*. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von *A. W. Meyer*. Kgl. Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor in Allenstein. Einunddreissigster Jahrg. Wiesbaden 1904. J. F. Bergmann. Preis 4 Mk.

Kalender für Strassen- u. Wasserbau- und Kulturingenieure. Begründet von *A. Reinhard*. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von *R. Scheck*, Regierungs- und Baurat in Erfurt. Wiesbaden 1904. J. F. Bergmann. Preis 4 Mk.

Hydrometrie. Praktische Anleitung zur Wassermessung. Neuere Messverfahren, Apparate und Versuche. Von *Wilh. Müller*, Ingenieur. Mit 81 Abb., 15 Uebersichten und 3 Tafeln. Hannover 1903. Gebr. Jänecke.

Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire: Les Matériaux Artificiels. Par *Marie-Auguste Morel*, Ingenieur. Paris. Gauthier-Villars und Masson u. Co.

Gisements Minéraux. Stratigraphie et Composition. Par *François Miron*, Ingenieur. Paris. Gauthier-Villars und Masson u. Co.

Chaux Ciments et Mortiers. Par *Ed. Candlot*. Paris. Gauthier-Villars.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 44. Berlin, 31. Oktober 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Wie kann die Erschöpfbarkeit selbsttätiger Luftdruckbremsen verhütet werden?

Von **Ludwig von Löw**, Dipl.-Ingenieur.

Die Erschöpfbarkeit der selbsttätigen Eisenbahndruckluft- und Luftsaugebremsen auf langen Talfahrten wird häufig als der Grund schwerer Unglücksfälle angegeben. Ihretwegen haben einige der bedeutendsten Gebirgsbahnen, z. B. die Gotthardbahn, lange auf die Einführung eines selbsttätigen Bremssystems verzichten müssen und verwenden heute zwei durchgehende Bremssysteme, ein selbsttätiges und ein nicht selbsttätiges. Wir wollen uns im folgenden vergegenwärtigen, dass die durch die Erschöpfbarkeit entstehende Gefahr auf sehr einfache Weise beseitigt werden kann.

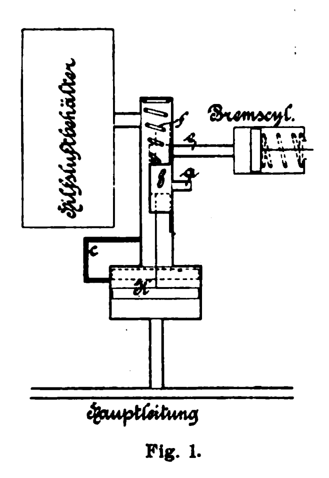


Fig. 1.

Eine einfache Einkammerdruckluftbremse ist in Fig. 1 dargestellt. Der Steuerkolben K und der Schieber S befinden sich in der Ruhestellung, und wir nehmen an, dass der ganze Apparat mit Druckluft gefüllt ist. Wird nun durch den Lokomotivführer der Druck in der *„Hauptleitung“* vermindert, so gehen Kolben K und Schieber S solange nach unten, bis soviel Luft vom *„Hilfsluftbehälter“* durch den Kanal e in den *„Bremszylinder“* eingeströmt ist, dass der Druck auf beiden Seiten des Steuerkolbens K wieder gleich ist, wodurch dieser und der Schieber S in die Ruhestellung zurückkehren. Fährt der Zug ein langes Gefälle hinunter, so wird infolge der unvermeidlichen Undichtigkeit des Bremskolbens dieser wieder durch seine Lösungsfeder im Bremszylinder zurückgeschoben und die Bremswirkung erschlafft. Nun muss abermals der Druck in der Hauptleitung vermindert werden, damit, wie oben beschrieben, von neuem Druckluft in den Bremszylinder eintritt. Dies kann so oft wiederholt werden, bis der Vorrat des Hilfsluftbehälters verbraucht ist. Alsdann kann eine weitere kräftigere Bremsung nicht eher vollzogen werden, als bis der Hilfsluftbehälter wieder gefüllt ist. Dieses Füllen geschieht durch Druckerhöhung in der Hauptleitung, wodurch der Steuerkolben K in die punktierte Lage gebracht wird, und dann die Luft durch den Kanal c in den Hilfsluftbehälter gelangen kann. Gleichzeitig kommt aber auch der Schieber S in die punktierte Stellung und lässt dann durch die Kanäle e und a den geringen Druck, der sich noch im Bremszylinder befindet, entweichen, was das vollständige Lösen der Bremsen zur Folge hat und den Zug, wenn er sich noch im Gefälle befindet, in hohem Grade gefährdet.

Die Gefahr liegt also nicht in der durch unvermeidliche Undichtigkeiten entstehenden Erschöpfbarkeit, sondern darin, dass sich die Bremse beim Ergänzen des Arbeitsvorrats vollständig löst. Dies ist bei den heute verbreitetsten selbsttätigen Bremsen, Einkammer- und Zweikammer- oder Druckluft- und Luftsaugesystemen stets der Fall, weil das Ergänzen des Arbeitsvorrats und Lösen der Bremse auf dieselbe Weise, durch Drucksteigerung in der Hauptleitung, bewirkt wird; und zwar muss das Lösen dem Füllen um ein Geringes vorausgehen, weil sich sonst, wie aus einer Betrachtung der Fig. 1 zu erkennen ist, die Bremse überhaupt nicht lösen würde.

Um die beschriebene Gefahr zu verhüten, brauchen wir also nur dafür zu sorgen, dass sich die Bremse beim Nachfüllen des Hilfsluftbehälters nicht löst. Dies geschieht in der einfachsten Weise dadurch, dass wir den Kanal a der Fig. 1 durch einen Hahn abschliessen. Nun kann der Hilfsluftbehälter beliebig oft nachgefüllt werden, aber die Bremse lässt sich nicht eher wieder lösen, als bis der Hahn von Hand geöffnet ist. Hierdurch wird die Manövrierfähigkeit des Bremssystems in unangenehmer Weise eingeschränkt und es kann, besonders bei langen Zügen, leicht ein ungewolltes Anhalten eintreten. Es ist daher nötig, dass dieses Abschlussorgan von der Lokomotive aus betätigt werden kann und wir verwenden an Stelle eines Hahnes das durch Fig. 2 dargestellte Ventil, dessen Anbringung an der Bremse Fig. 3 kennzeichnet.

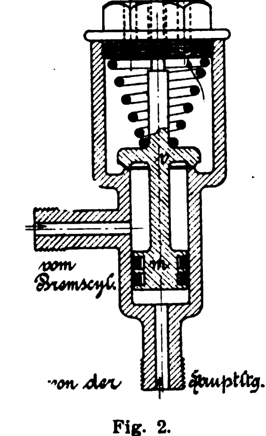


Fig. 2.

Das Lösen geschieht nun dadurch, dass in der Hauptleitung ein gewisser Druck erreicht wird, durch dessen Wirkung auf den Kolben m die Feder oberhalb des Ventils v zusammengedrückt wird und dann die Luft des Bremszylinders durch das Ventil v ins Freie ausströmen kann. Ein solches sogenanntes Rückhaltventil kann leicht ohne weitere Umänderungen bei den meisten Bremssystemen angeschlossen werden.

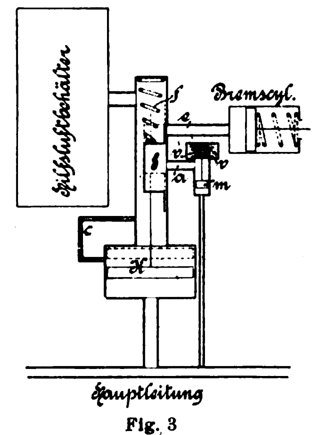


Fig. 3

Wir können aber auch ohne Anwendung eines Rückhaltventils jedes selbsttätige Bremssystem gefahrlos nachfüllen. Es kommt nur darauf an, dass wir die *Funktionen*: *Ergänzen des Arbeitsvorrats und Lösen der Bremse, von einander trennen, indem wir sie durch verschiedene Kräfte bewerkstelligen.*

Ein Bremssystem, bei dem das Nachfüllen des Hilfsluftbehälters durch *langsame* und das Lösen der Bremse durch *rasche* Drucksteigerung in der Hauptleitung erfolgt, ist durch Fig. 4 illustriert. Der Kanal c mündet hier unterhalb der Ruhestellung des Steuerkolbens K, sodass nach jeder Bremsung, die ebenso wie in Fig. 1 stattfindet, der Hilfsluftbehälter sofort nachgefüllt werden kann. Da sich langsame Drucksteigerungen durch den Kanal c auch oberhalb des Kolbens K fortpflanzen, so hat dieser nur Veranlassung noch weiter nach oben zu gehen und dadurch das Lösen der Bremse zu bewirken, wenn die Drucksteigerung sehr plötzlich auftritt. Es ist wesentlich, sowohl für das Anlegen, als auch für das Lösen der Bremsen, dass der Kanal c eng ist.

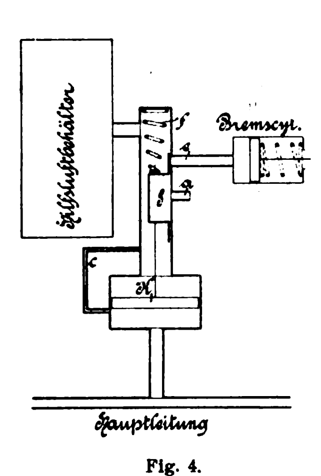
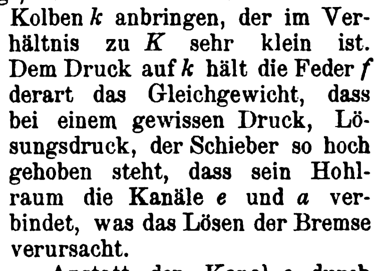


Fig. 4.

Da diese rasche Drucksteigerung besondere Einrichtungen auf der Lokomotive erfordert und bei langen Zügen leicht ihren Zweck nicht erreichen würde, so ist es vorteilhafter, auch hier das Lösen der Bremse durch Ueberschreiten eines gewissen Leitungsdruckes einzuleiten. Zu diesem Zweck müssen wir, wie Fig. 5 zeigt, an dem Schieber S noch einen Kolben k anbringen, der im Verhältnis zu K sehr klein ist. Dem Druck auf k hält die Feder f derart das Gleichgewicht, dass bei einem gewissen Druck, Lösungsdruck, der Schieber so hoch gehoben steht, dass sein Hohlraum die Kanäle e und a verbindet, was das Lösen der Bremse verursacht.



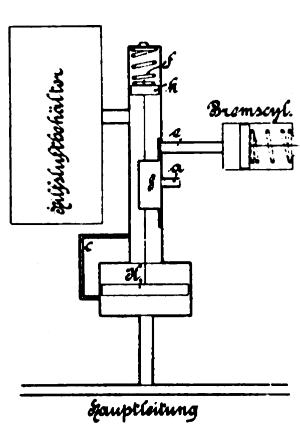


Fig. 5.

Anstatt den Kanal c durch den Kolben K steuern zu lassen, kann dies auch durch den Schieber S geschehen (siehe Fig. 6) und ist dann vorteilhaft, wenn ein Bremssystem so konstruiert werden soll, dass mit ihm sowohl Betriebs- wie Gefahrbremsungen vorgenommen werden können.

Betriebsbremsungen werden dadurch erzeugt, dass auf der Lokomotive *wenig* und Gefahrbremsungen dadurch, dass *viel* Luft aus der Hauptleitung ausgelassen wird. Die starke Druckverminderung in der Hauptleitung hat dann meist noch zur Folge, dass sich an jedem Bremsapparat Organe öffnen, die entweder die Luft der Hauptleitung mit dem Freien oder auf kurze Zeit mit dem Bremszylinder verbinden. Der erstere Fall hat nur ein rasches Entleeren der Hauptleitung zur Folge, während im zweiten Fall auch gleichzeitig ein rascheres Füllen der Bremszylinder erreicht wird. Da diese Schnellwirkungsorgane an jedem einzelnen Fahrzeug erst infolge der starken Druckminderung in Tätigkeit treten, so ist es wunderbar, dass von der stark verminderten Leitungsluft überhaupt noch ein Teil in den Bremszylinder, der doch schon mit dem Hilfsluftbehälter in Verbindung steht, überströmt. Wenn trotzdem die Wirkung solcher Bremssysteme eine vorzügliche ist, so kann dies nur daher rühren, dass die *Einströmorgane zum Bremszylinder für Gefahrbremsungen viel grösser sind, als die für Betriebsbremsungen.*

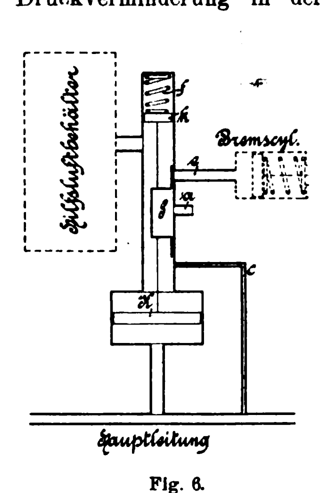


Fig. 6.

Eine Bremse, die aus dieser Ueberlegung entstanden ist, und bei der verschieden grosse Querschnitte unmittelbar zwischen Hilfsluftbehälter und Bremszylinder liegen, ist in Fig. 7 abgebildet. Bei schwacher Druckminderung in der Hauptleitung bewegen sich die Steuerorgane nach unten, bis der Kolben k_1 auf die Feder f_1 aufstösst, alsdann strömt die Luft durch das *kleine Loch* l zum Bremszylinder ein. Bei Gefahrbremsungen wird infolge starker Druckminderung in der Hauptleitung die Feder f_1 so zusammengedrückt, dass der Schieber S den *ganzen Kanal* e frei macht. Gleichzeitig wird nun noch (was aber gegenüber der Wirkung, die durch das Eröffnen des grossen Querschnittes e entsteht, nebensächlich ist) die Leitungsluft durch den Kanal c, die Schiebermuschel und a ins Freie geleitet. Das Nachfüllen des Hilfsluftbehälters und das Lösen der Bremse werden, wie in Fig. 6, getrennt voneinander bewerkstelligt, das erstere durch Druckerhöhung und das zweite durch Ueberschreiten eines gewissen Lösungsdruckes.

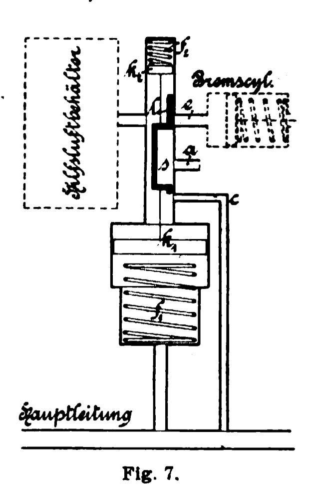


Fig. 7.

Das in Fig. 8 dargestellte Bremssystem unterscheidet sich von dem eben beschriebenen nur dadurch, dass die Leitungsluft bei Gefahrbremsungen nicht ins Freie, sondern durch den Kanal m der Schiebermuschel zum Bremszylinder geleitet wird, was jedoch auch hier aus demselben Grund, wie bei Fig. 7 nicht sehr wertvoll ist. Natürlich muss sich nun in der Leitung c ein Rückschlagventil befinden, welches sich schliesst, wenn der Druck im Bremszylinder bei Gefahrbremsungen grösser geworden ist, als in der Hauptleitung. Die Leitung c kann jetzt wegen des Ventils v beliebig weit sein.

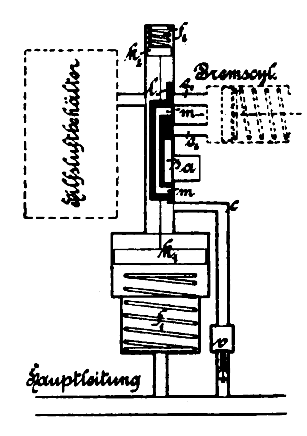


Fig. 8.

Auch bei den Zweikammerbremsen lässt sich die Erschöpfbarkeit beseitigen dadurch, dass man den Gedanken, Füllen und Lösen durch verschiedene Kräfte auszuführen, konstruktiv verwirklicht, wie es durch Fig. 9 angedeutet ist. Behandeln wir nun zunächst diesen Apparat wie ein gewöhnliches Zweikammersystem, so tritt durch Druckverminderung in der Hauptleitung die Bremsung ein, weil die Luft links vom Bremskolben durch die Klappe k entweichen kann, während die rechtsbefindliche eingeschlossen bleibt und dadurch das Anlegen der Bremse hervorruft. Ist die Bremswirkung infolge undichten Kolbenkörpers erschlafft, so muss eine weitere Luftverdünnung in der Hauptleitung eintreten und dies wiederholt sich so oft, bis die Leitung leer ist. Bei dem Füllen der Leitung tritt bei einem gewöhnlichen Zweikammersystem sofort das Lösen der Bremsen ein; hier aber kann die neueingefüllte Luft infolge der Klappe k und des durch die Feder f_1 abgeschlossenen Ueberdruckventils v_1 nicht auf die linke Seite des Bremskolbens gelangen, sondern tritt durch das Ventil v_2 auf dessen rechte Seite und bewirkt dadurch ein erneutes festes Anlegen der Bremse, welches sich solange steigert, bis ein gewisser Leitungsüberdruck erreicht ist, worauf sich die Ventile v_1 und v_2 öffnen und die Bremse durch die gezeichnete Feder gelöst wird. Mit einem solchen Bremssystem kann also auf zweierlei Weise

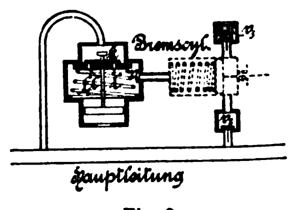


Fig. 9.

gebremst werden, entweder wie bei selbsttätigen oder wie bei nichtselbsttätigen Bremsen.

Der Vorteil der gefahrlosen Ergänzungsmöglichkeit des Arbeitsvorrats ist hier teuerer erkauft, als bei den Einkammersystemen, denn die durch Fig. 9 veranschaulichte Bremse ist sehr kompliziert gegenüber einer gewöhnlichen Zweikammerbremse, und ausserdem ist es nach sehr kräftigen Bremsungen schwierig, die Bremse zu lösen, ohne dass der Zug stehen bleibt, weil die Drucksteigerung in der Hauptleitung zunächst ein festeres Anlegen der Bremse zur Folge hat.

Aehnliche Konstruktionen lassen sich auch für Luftsaugebremsen, Einkammer- sowohl wie Zweikammersysteme ausbilden.

Infolge der Ergänzungsmöglichkeit des Arbeitsvorrats bei anliegender Bremse haben solche Bremssysteme *nicht den hohen Betriebsdruck* nötig, der bei anderen nur zum langen Hintanhalten der Erschöpfung dient. Die Reparaturbedürftigkeit wird daher geringer und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Bremsung von Fahrzeug zu Fahrzeug grösser, weil das spezifische Gewicht der Pressluft kleiner ist.

Die Art und Weise des Lösens der Bremse durch Ueberschreiten eines gewissen Leitungsdruckes bietet noch den Vorteil, dass der Zug nach jedem Anhalten nicht eher abfahren kann, als bis der vorschriftsmässige Betriebsdruck der Bremse erreicht ist, was dann besonders wertvoll ist, wenn bald nach der Abfahrt eine kräftige Bremsung eintreten soll.

In Amerika wurden schon im Jahre 1896 Vorrichtungen patentiert, die dasselbe erreichten, wie die im vorstehenden beschriebenen Konstruktionen, dass aber diese amerikanischen Patente eine Verwendung nicht in dem Masse gefunden haben, wie sie es vielleicht verdienten, muss wohl dem Umstand zugeschrieben werden, dass sie stets gleichzeitig noch andere Zwecke verfolgten (z. B. rasches Lösen der Bremse oder selbsttätiges Anlegen der Bremse, wenn der Betriebsdruck langsam sinkt und ein gewisses Mindestmass erreicht u. a. m.), was den Hauptvorteil verdeckte, besonders auch deswegen, weil die konstruktive Ausgestaltung eine sehr komplizierte war.

Die Verbrennungsmotoren auf der Deutschen Städte-Ausstellung in Dresden 1903.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 631 d. Bd.)

Die äussere Ansicht der von *Gebr. Körting* ausgestellten Gasmaschine von 100 PS zeigt Fig. 7, während Fig. 8 bis 10 über die Bauart und Wirkungsweise der Einzelteile dieses Motors Aufschluss geben.

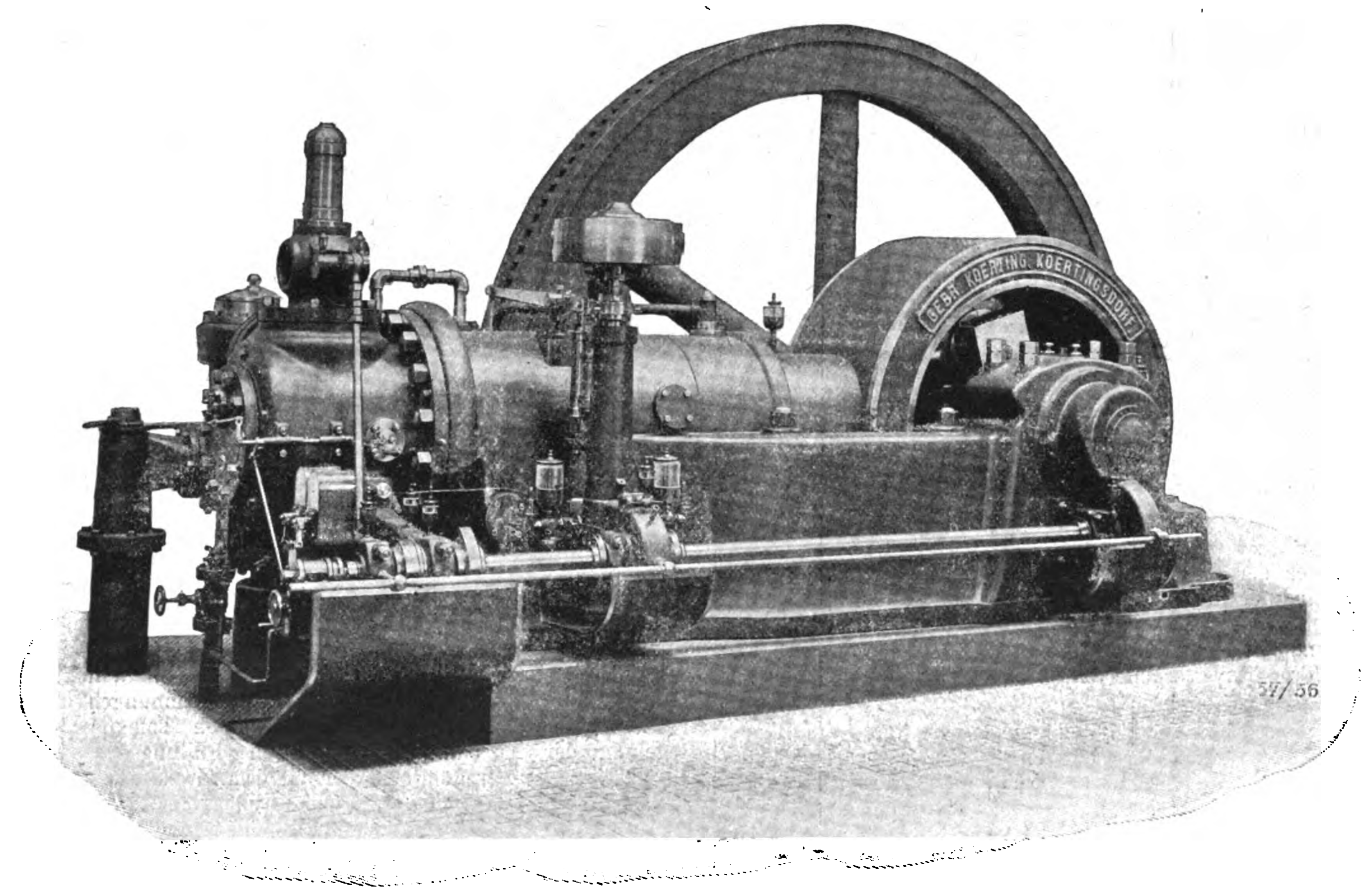


Fig. 7.

Der mit dem Rahmen und den Wellenlagern aus einem Stück gegossene Zylindermantel ist auf seiner ganzen Länge unterstützt, wodurch eine ruhige Lage auf dem Fundament gewährleistet ist. Die aus einem besonders harten und dichten Eisen hergestellte, mit einem hinteren Flansch versehene Laufbüchse wird in ihrem vorderen Teile durch eine Stopfbüchse gegen den Wassermantel abgedichtet, sodass die Längsausdehnung ohne Spannung erfolgen kann. Der sehr lang gehaltene Kolben trägt am hinteren Teile sieben gusseiserne Spannringe, während der vordere Teil desselben die zur Zylinderachse normal gerichtete Komponente der Kolbenkraft aufnimmt und damit den Kreuzkopf in einfachster

Weise ersetzt. Zum Ausgleich der hin- und hergehenden Massen sind an den Kurbelarmen Gegengewichte angeschraubt. derart betätigt werden, dass der Augenblick der Zündung während des Betriebes verstellt werden kann.

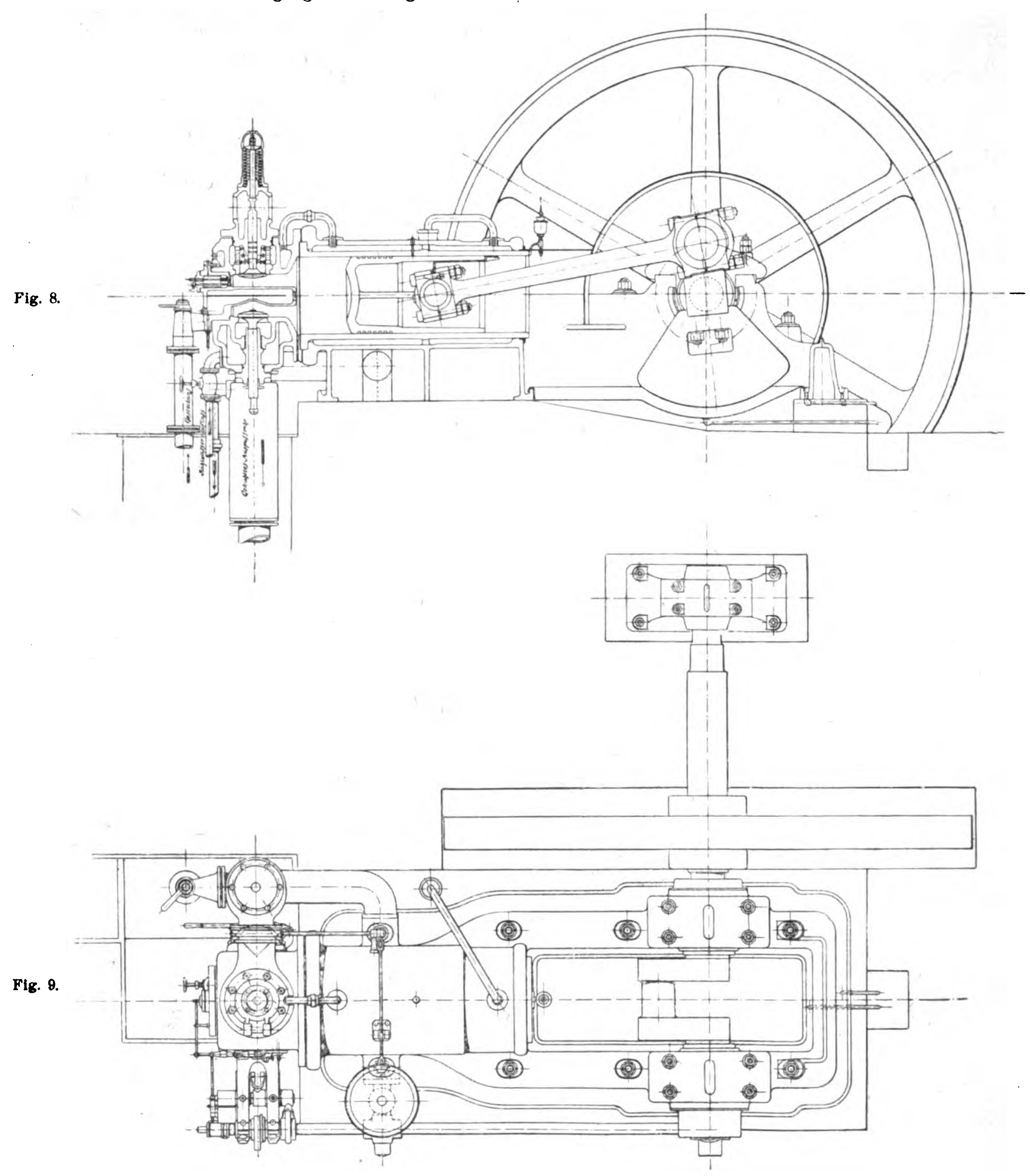


Fig. 8.

Fig. 9.

Die Lager der aus geschmiedetem Stahl gefertigten Schubstange sind aus Phosphorbronze bezw. Weissmetall hergestellt; die Ringschmierlager der gekröpften Kurbelwelle sind zweiteilig und mit Weissmetallfutter versehen. Die Schalen der mittels Tropföler geschmierten Steuerwellenlager bestehen aus Rotguss.

Der am hinteren Zylinderende befestigte Ventilkopf trägt oben das Einlass- und unten das Auslassventil; beide, durch Nocken der Steuerwelle beeinflusste Ventile sind leicht zugänglich und ringsum mit Wasser gekühlt. Seitlich am Ventilkopf ist das Mischventil bezw. — auf der anderen Seite — der elektrische Hauptzünder angebracht. Das Mischventil ermöglicht die selbsttätige Herstellung einer in der Zusammensetzung stets gleichbleibenden Ladung, gleichgiltig ob die Maschine mit veränderlichen Leistungen oder mit verschiedenen Umlaufzahlen arbeitet. Ausser dem Hauptzünder ist noch ein zweiter, am Deckel des Ventilkopfes sitzender Zünder vorhanden, die beide durch einen auf dem Lagerbock der Steuerwelle angebrachten Magnetinduktor

Die Vorderseite des Ventilkopfes ist mit dem schon erwähnten Deckel versehen, der eine Reinigung des Verdichtungsraumes gestattet, ohne den Kolben herausnehmen zu müssen. Dieser Deckel trägt noch einen weit in den Verdichtungsraum hineinragenden, mit Wasser gekühlten, hohlen Kolben, wodurch die bei hohen Verdichtungsspannungen auftretenden Vorzündungen vermieden werden sollen. Die Regelung der Maschine erfolgt durch Füllungsänderung mittels eines Kugelregulators, der zu dem Zwecke eine im Kanal zwischen Mischventil und Einlassventil sitzende Drosselklappe entsprechend verstellt. Ein Aussetzen von Ladungen findet nicht statt. Derartige Motoren werden für Leistungen von 60—75 PS mit 180—135 minutlichen Umdrehungszahlen gebaut.

Ein von *Gebr. Körting* für die ***Filiale Reisewitz*** der *Patentpapierfabrik Penig* in Penig (Sachsen) gelieferter Motor der vorbesprochenen Bauart von 100 PS, brauchte bei den Abnahmeversuchen, die von dem Berichterstatter am 31. Januar d. J. angestellt wurden, an Brennmaterial — als

solches wurde Olbernhauer Anthrazit verwendet — 0,345 kg für 1 PS$_e$/Std. Das Betriebsgas wurde in einer zum Motor gehörigen Druckgasanlage erzeugt, deren Generator mittels gespannten Dampfes aus einem grösseren, bereits vorhandenen Kessel angeblasen wurde, sodass die zur Erzeugung dieses Wasserdampfes nötigen Kohlen in der vorgenannten Brennstoffverbrauchsziffer nicht mit enthalten sind!

Die zu dem in Dresden ausgestellten 100 PS-Motor gehörige Sauggasanlage für Anthrazit oder Koks ist in Fig. 11 dargestellt.

Der Generator *A* besteht aus einem gusseisernen zylindrischen Untersatze mit verschliessbaren Reinigungsöffnungen und einem schmiedeeisernen Mantel, in dessen unterem Teile auf einem ringförmigen Vorsprunge sich ein gusseiserner Ring befindet, auf den die feuerfeste Ausmauerung des Ofens aufgeführt ist. Unter der Schachtöffnung ist ein Planrost angebracht.

Durch einen an der Seite des Generators befindlichen Trichter mit Syphon wird Wasser unter den Rost eingeführt, welches diesen kühlt und gleichzeitig die Verbrennungsluft anfeuchtet. In den oberen Teil des Schachtes ist ein gusseiserner Trichter eingebaut, durch den die Höhe der glühenden Kohlensäule bestimmt wird. Der Deckel des Generators ist mit einem umklappbaren Fülltrichter *D* mit doppeltem Verschluss versehen und am unteren Ende des Generators ist ein Stutzen zum Einlassen der Verbrennungsluft angebracht, in den — konzentrisch in Richtung des Luftstromes — das vom Verdampfer kommende Rohr einmündet. Ferner sind an diesen Stutzen mit einen Ventilator verbundene Rohranschlüsse vorhanden. Das erzeugte Gas tritt oben seitlich aus den Generator aus und durchströmt dann den Verdampfer. Letzterer bildet ein zylindrisches Gefäss mit oberer und unterer Kammer, die durch Rohre miteinander verbunden sind. Diese Rohre werden von den heissen Gasen durchströmt; hierbei findet eine Verdampfung des dieselben umgebenden Wassers statt. Der Stand des letzteren wird durch einen Trichter mit Ueberlauf selbsttätig in konstanter Höhe gehalten.

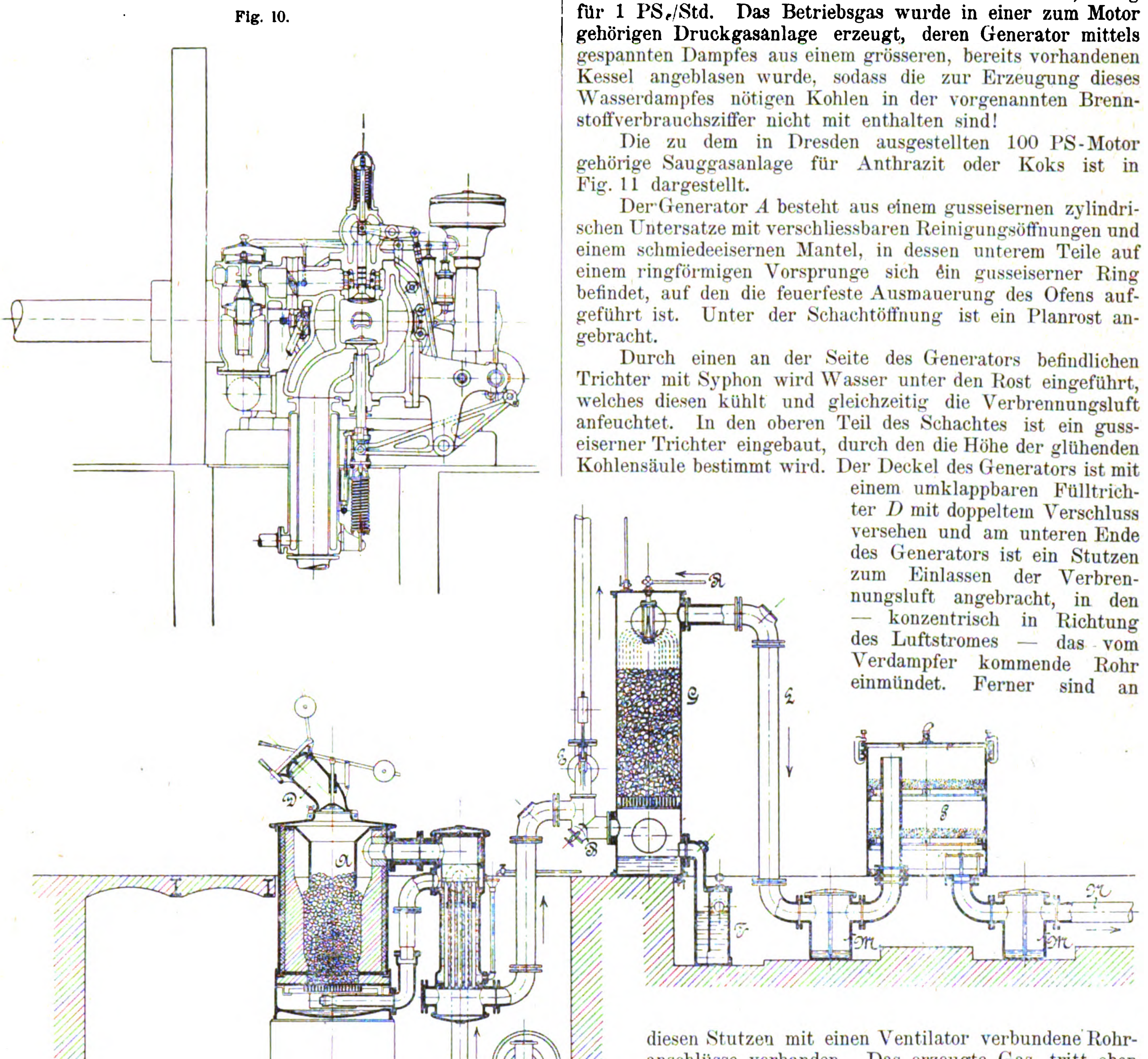

Fig. 10.

Fig. 11.

Aus dem Verdampfer tritt das Gas, je nach Stellung eines in einem anschliessenden Rohrstücke befindlichen Schiebers *E* ins Freie oder aber durch Rohr *B* in den mit Koks angefüllten Skrubber *G*, sodann nach erfolgter Reinigung und Abkühlung in diesem durch Leitung *L* in einen Wassertopf *M*, aus dem es — bei Herstellung aus einem minderwertigen Material — in einen Sägespänereiniger *S*, von hier — nach dem Durchströmen eines zweiten Wassertopfes *M* — in den Gasdruckregler und schliesslich in den Motor gelangt.

Nachdem die Vergasung von Anthrazit und Koks in Generatoren so ausserordentlich günstige Erfolge gezeitigt hatte, ist das Bestreben der Gasmaschinenfabriken auch darauf gerichtet, bituminöse Brennstoffe zu vergasen, insbesondere Torf und Braunkohle.

Dieses ist der Firma *Gebr. Körting* in ihrem neuen sog. *Torfgenerator* gelungen. Bei diesem Generator tritt, wie in Fig. 12 ersichtlich, die Verbrennungsluft durch

Fig. 12.

den Vorraum P, die Roste und die Oeffnung T in die Brennstoffsäule des Generators A. Der Brennstoff wird von oben in den Fülltrichter D eingefüllt und rutscht allmählich nach unten, wobei eine trockene Destillation in den oberen Schichten desselben stattfindet. Die entstehenden Schwelgase ziehen jedoch nicht unmittelbar ab, sondern sie werden gezwungen, durch die glühenden unteren, bereits entgasten Schichten des Brennmaterials hindurchzutreten. Hierbei werden die Teergase zersetzt und in permanente Gase zerlegt. Von dem Generator tritt das Gas beim Anblasen durch den Schieber E ins Freie und sobald es für den Motor brauchbar ist, durch das Rohr B wie in Fig. 11, in den Skrubber G, hierauf durch die Leitung L und den Wassertopf M in den Sägespänereiniger S, von diesem durch einen weiteren Wassertopf M und die Leitung N zur Gasglocke, bezw. zur Maschine. (Fortsetzung folgt.)

Die künstliche Kälte im Handel und Gewerbe.

Von **W. M. Lehnert.**

(Schluss von S. 638 d. Bd.)

Künstliche Kälte in der heute allgemeinen Form, also nicht als Eisersatz (nach *Carré*) oder kalte Luft (nach *Windhausen* usw.) finden wir erstmalig mit der im Jahre 1875 in der Brauerei von *Gabriel Sedlmayr* in München zum Ersatze des „Manipulationseises“ für die Würze- und Gährbottichkühlung dem Betriebe übergebenen *Linde*anlage und hierdurch zunächst die Bedienung dieser Apparate mit maschinell auf 0—1 Grad C. gekühltem Zirkulationswasser, anstatt Eis, in die Brauerei eingeführt (Fig. 5). Im Jahre 1876 trat hierzu

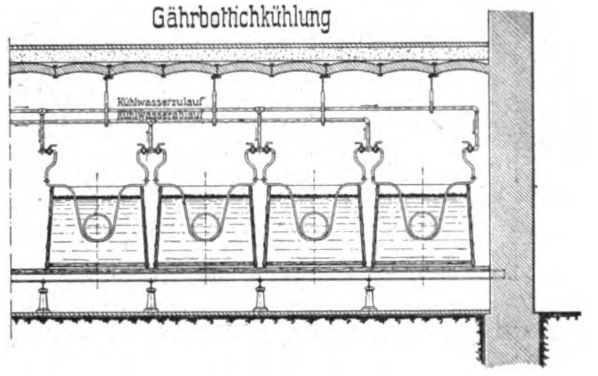


Fig. 5.

die erste Abkühlung untergähriger Gährkeller mittels maschineller Ventilation der in besonderen Kammern gekühlten Kellerluft, 1880 die erste der heute ebenfalls noch üblichen Gährkellerkühlanlagen, jene, bei denen über den Gängen von kalter Soole durchflossene Rohrsysteme auf-

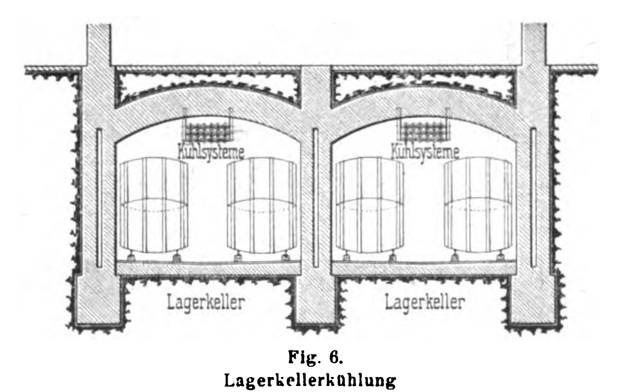


Fig. 6.
Lagerkellerkühlung

gehängt sind, und Ende 1881 die Lagerkellerkühlung nach demselben System (Fig. 6), womit der Bann gebrochen war und das Braugewerbe vom Saisonbetriebe zum ständigen Betriebe übergehen konnte.

Fig. 7 veranschaulicht die Kühlanlage der *Brauerei Marienthal*, Wandsbeck, und ist u. A. aus den Plänen auch ersichtlich, in welcher Weise durch Benutzung der jetzt nicht mehr erforderlichen Eiskeller als Lagerkeller ohne besondere Kosten eine bedeutende Steigerung der Produktion, sowie eine Verbesserung der Luftverhältnisse erreicht worden ist.

Die Annehmlichkeiten, welche die Verwendung künstlicher Kälte zu bieten vermochte, auch auf andere Industriezweige auszudehnen, ging damit Hand in Hand und finden wir namentlich all die Gewerbe, welche sich mit der Aufbewahrung von Lebens- und Genussmitteln befassen, immer mehr und mehr die Konservierung durch Eis verlassend und zur maschinellen Kälte übergehend. Und dies mit Recht, da erfahrungsgemäss Eiskühlung nasskalte Räume ergibt, in ihnen Fleisch- und Esswaren feucht, schlüpfrig und schimmlig werden und nur die künstliche Kälte die Möglichkeit gewährt, die vor allem erforderliche reine, gute, möglichst bakterienfreie Luft von bestimmter Feuchtigkeit zu erzeugen, resp. durch die Temperaturerniedrigung und Beseitigung der überschüssigen Luftfeuchtigkeit den vorhandenen Mikroorganismen den zu ihrer Weiterentwicklung nötigen feuchten Nährboden zu entziehen, sie in ihrer Vermehrung wirksam zu hindern.

Nach dem Systeme der indirekten Verdampfung, jener der Anordnung von von kalter Soole durchflossenen Rohrsystemen, wurden auch hier die ersten Kühlhallen herstellt, doch konnte man bald erkennen, dass damit die Nachteile der Eiskühlung nur wenig vermieden wurden. Der Grund war zu hohe Feuchtigkeit der Raumluft, und ein vorteilhafter Betrieb derartiger Anlagen erst möglich, seitdem man die Raumluft in besonderen Apparaten kühlte und entfeuchtet dem Raume überwies.

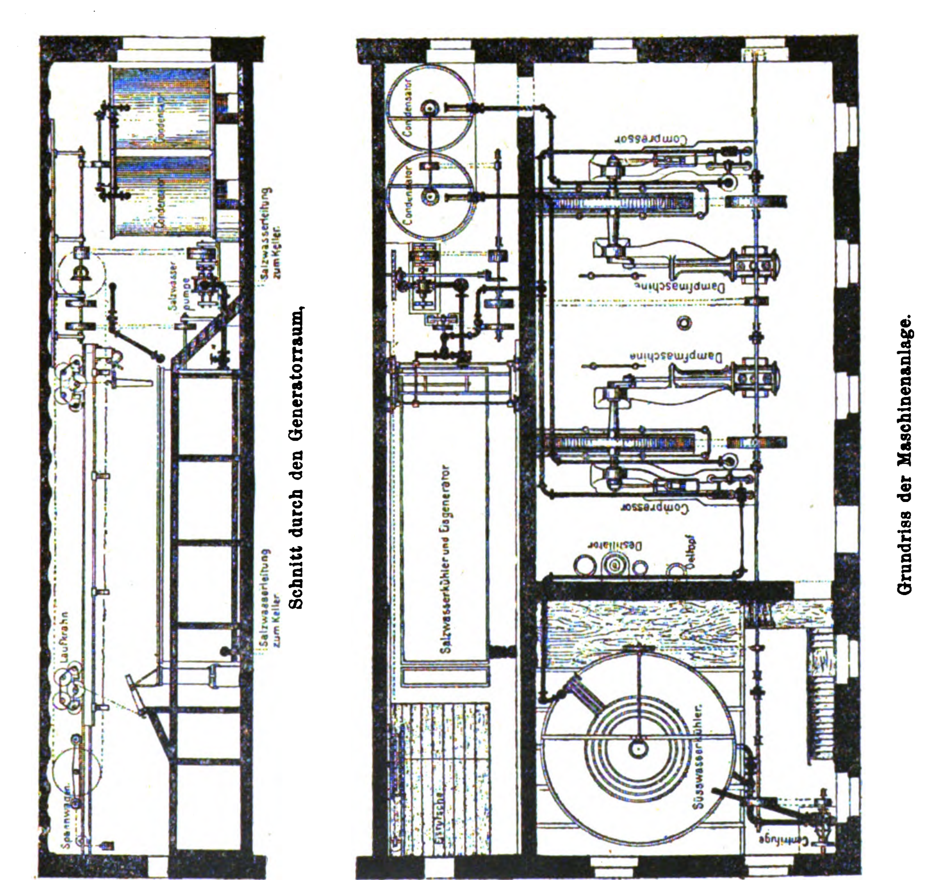
Die gebräuchlichsten Apparate zur gleichzeitigen Erniedrigung der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes sind Einrichtungen, bei denen Luft an kalten Rohren hinstreicht, oder solche, bei denen Luft mit gekühlter Flüssigkeit selbst in Berührung kommt, Röhrenluftkühler und Salzwasserluftkühler. Röhrenluftkühler sind analog dem Kühlsysteme in Gähr- und Lagerkellern konstruiert, Salzwasserluftkühler teils als Regenapparate, teils als Apparate mit beweglichen Oberflächen ausgeführt, und wird in jedem Falle mittels Ventilatoren und entsprechend verlegten Kanälen die zu kühlende und zu reinigende Luft zu und von den Kühlern befördert.

Am meisten Verbreitung gefunden haben von diesen Konstruktionen die Luftkühlapparate mit beweglichen Oberflächen, die *Linde*schen Scheibenkühler (Fig. 9) (siehe hierzu die Fig. 8, die Fleischkühl- und Eiserzeugungsanlage der Stadt Mainz) und tauchen hier gruppenweise auf drehbaren wagerechten Achsen sitzende Blechscheiben zu je $^1/_3$ in die gekühlte Salzlösung ein, während der übrige Teil mit seinem dünnen Ueberzuge kalten Salzwassers der Luftkühlung, Reinigung und Entfeuchtung dient. Bei den Regenluftkühlern (Fig. 10) wird die von dem Ventilator angesaugte Luft durch einen Salzwasserregen hindurchgedrückt, welcher im Sinne der Fig. 9, oder in ähnlicher Weise, über etagenförmig angeordnete Bleche usw., herabfällt. Bei den Röhrenluftkühlern, den sogenannten trockenen Luftkühlapparaten (Fig. 11), findet die Bindung der Wärme durch direkte Verdampfung des Kältemediums oder Zirkulation kalten Salzwassers in dem Röhrensysteme statt.

Inbezug auf ihre Anwendungsfähigkeit gilt im grossen und ganzen nasse Kühlung für kontinuierlichen, trockene Kühlung für unterbrechbaren, z. B. Tagesbetrieb und zwar deshalb, weil bei dem trockenen Kühler der aus der Luftfeuchtigkeit sich bildende Eisansatz den Wirkungsgrad so herabdrückt, dass Weiterarbeiten ohne vorheriges Abtauen

Schnitt durch die Keller.

Grundrisse der Keller.



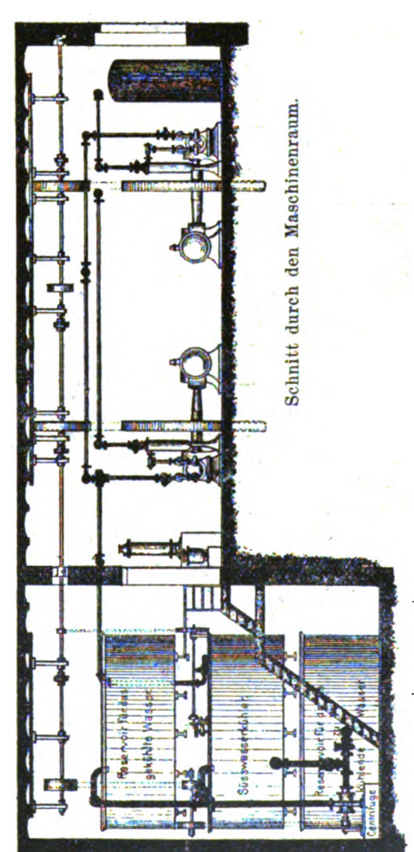


Fig. 7.
Kühlanlage in der Aktien-Brauerei Marienthal zu Wandsbeck.
Ausgeführt von der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G. Wiesbaden.

zwecklos wäre; bei Tagesbetrieb mit Abtauenlassen während des nächtlichen Stillstandes der Anlage. Hilfsmittel, um einen trockenen Kühler für kontinuierlichen Betrieb einrichten zu können, sind nach einem *Linde*-Patent temporäre Umwandlung eines Teiles desselben in einen Kondensator, oder, nach *Fixary*, Anlegen des Kühlers in zwei gleich grossen Abteilungen, von denen immer die eine in Betrieb ist, während die andere abtaut; Nachteile dieser Anordnungen sind im ersten Falle etwas komplizierte Leitungen, im zweiten Falle dieses und doppelte Anlagekosten.

Von den nassen Luftkühlern sind die Scheibenkühler den Regenapparaten vorzuziehen und zwar deshalb, weil bei ihnen das kalte Salzwasser in dünner Schicht fest an den langsam rotierenden Flächen haftet und Mitreissen von Wasser in die Kühlhalle nicht möglich ist. Unbequem ist in allen Fällen, wo Luft in unmittelbare Berührung mit kalter Soole kommt, die durch die Absorption der Luftfeuchtigkeit herbeigeführte Verdünnung der Salzsoole; jedoch ist deren Konzentration durch Eindampfen oder Zufuhr frischen Salzes leicht möglich.

Fig. 12—14 geben Nachbildungen etlicher Kulturplatten, welche gleich lange vor und hinter einem *Linde*schen Scheibenluftkühler und in der Kühlhalle eines städtischen Schlacht- und Viehhofes ausgelegt waren und dürften Erklärungen dazu wohl überflüssig sein. Nicht grossgezogen werden soll mit dieser Bakterienfurcht, da erfahrungsgemäss bei richtiger Regulierung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Kühlraume Mikroorganismen sich nicht weiter entwickeln können und die durch die Nase wahrnehmbare Luftverschlechterung sonstiger guter Beschaffenheit nachteiliger auf die Ware ist, als das Dokument auf der Kulturplatte.

Während in überseeischen Ländern Stätten für Aufstapelung von Lebens- und Genussmitteln in grossem Umfange dem Handel und Gewerbe dienstbar sich erweisen, finden wir in Deutschland ausser Fleischkühlhallen in Verbindung mit Schlachthöfen, neben den Kühlhäusern in Berlin, Hamburg, Köln und Leipzig, wenig Hervorragendes und sind wohl namentlich die Zollverhältnisse die Ursache dafür, dass bei uns nicht, wie beispielsweise in England, Unternehmungen entstehen, deren Zweck die Versorgung weitester Volkskreise mit billigem Fleische aus transatlantischen Ländern ist. Nicht richtig ist der Satz von der Minderwertigkeit derartigen Fleisches, im Gegenteil, gefrorenes Neuseeländer Hammelfleisch ergab höheren Nährwert und bessere Verdauung, als frisches englisches Hammelfleisch, und die zur Zeit auf dem Festlande herrschende Abneigung dürfte damit zu erklären sein, dass das grosse Publikum in dem beim unrichtigen Auftauen möglichen Abfliessen von Fleischsaft

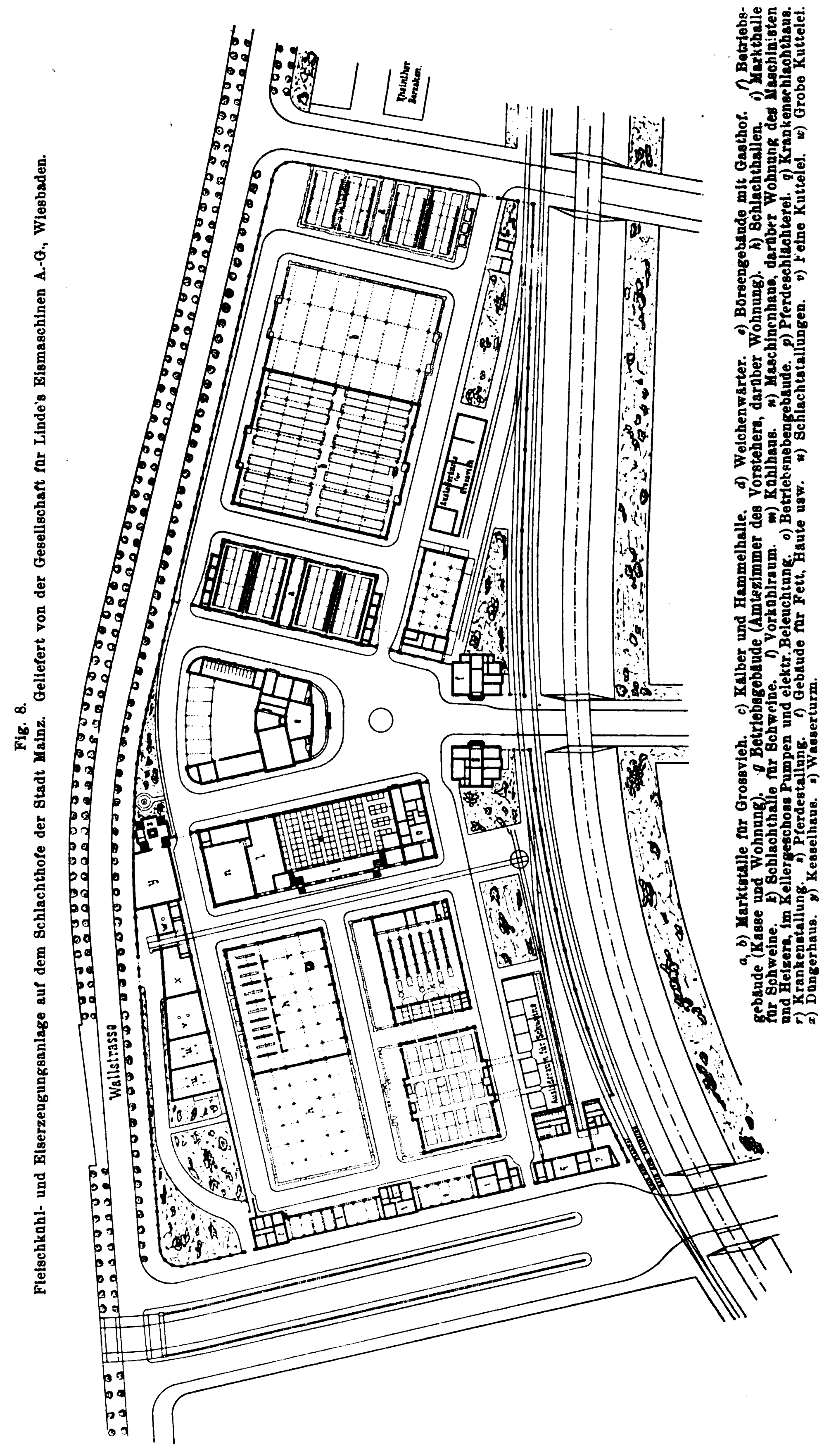


Fig. 8. Fleischkühl- und Eiserzeugungsanlage auf dem Schlachthofe der Stadt Mainz. Geliefert von der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Wiesbaden.

a, b) Marktställe für Grossvieh. *c*) Kälber und Hammelhalle. *d*) Weichenwärter. *e*) Börsengebäude mit Gasthof. *f*) Betriebsgebäude (Kasse und Wohnung). *g*) Betriebsgebäude (Amtszimmer des Vorstehers, darüber Wohnung). *h*) Schlachthallen. *i*) Markthalle für Schweine. *k*) Schlachthalle für Schweine. *l*) Vorkühlraum. *m*) Kühlhaus. *n*) Maschinenhaus, darüber Wohnung des Maschinisten und Heizers, im Kellergeschoss Pumpen und elektr. Beleuchtung. *o*) Betriebsnebengebäude. *p*) Pferdeschlachterei. *q*) Krankenschlachthaus. *r*) Krankenstallung. *s*) Pferdestallung. *t*) Gebäude für Fett, Häute usw. *u*) Schlachtstallungen. *v*) Feine Kuttelei. *w*) Grobe Kuttelei. *x*) Düngerhaus. *y*) Kesselhaus. *z*) Wasserturm.

fälschlicherweise einen Zustand ersieht, welcher mit dem identisch sei, welchen auf Eis aufbewahrtes Fleisch annimmt.

Als Vorboten für Aufklärung auf diesem Gebiet betrachten können wir die immer weitere Kreise ziehende

Einfuhr von Fischen nach dem Inlande und wird bei den geradezu unerschwinglichen Fleischpreisen der Standpunkt,

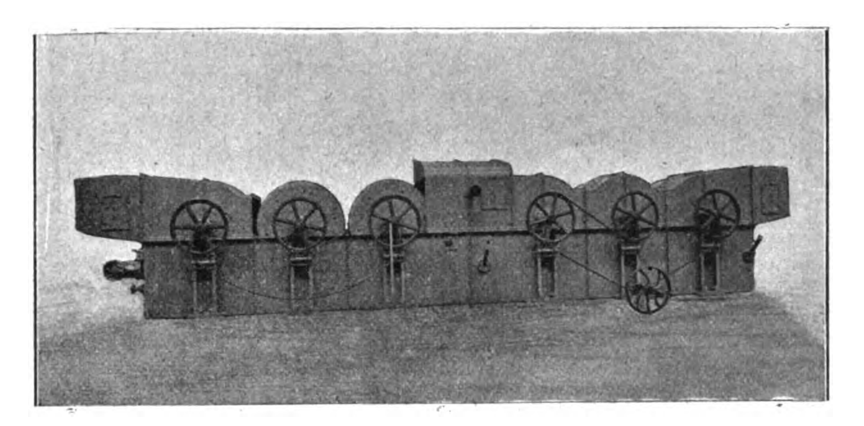


Fig. 9. Lindescher Scheibenluftkühler.

dass unsere Fleischnahrung zu Gunsten einzelner nur der eigenen Zucht entnommen werden dürfe, mit Recht über kurz oder lang der Allgemeinheit geopfert werden müssen.

Uebersehen wird dabei stets, dass überseeisches Vieh durchschnittlich einen höheren Gesundheitsgrad aufweist, als unser im Stalle gezogenes Produkt, für den Export nur bestes Rohmaterial verwendet werden kann und in den Exportschlächtereien und Gefrieranstalten, infolge der herrschenden peinlichsten Sauberkeit und schärfsten Kontrolle, Unregelmässigkeiten ebenso ausgeschlossen sind, wie bei uns sog. Pantschereien in halbwegs anständigen Brauereien. Immer werden die für den Versand bestimmten Tiere vor dem Gefrieren sorgfältig ausgewählt, geschlachtet, untersucht, nach Grösse und Beschaffenheit geordnet, hierauf in Kühlräumen in 24 Stunden auf 1 Grad gekühlt und dann erst bei Temperaturen von etwa minus 10 Grad gefroren, welche Vornahme bei Hammeln 2—3, bei Rindervierteln $3^1/_2$—5 Tage dauert. Nach dem Gefrieren werden die Körper, um Beschädigungen zu vermeiden, in Säcke eingenäht und derart präpariert, in Lagerräumen bei Temperaturen von minus 5 bis minus 6 Grad so lange anfgestapelt, bis die entsprechenden Dampfer für ihre Ueberführung sorgen.

Die Abbildung (Fig. 15) zeigt den Transport von Fischen und hat sich für kleinere Sorten als das Beste erwiesen, die Fische sofort nach dem Fange sauber zu waschen, unausgenommen in der veranschaulichten Weise in galvanisierte Eisenblechtröge zu packen und gefrieren zu lassen. Zweckmässige Temperaturen sind für den Gefrierraum minus 15 Grad bis minus 20 Grad, für den Lagerraum minus 8 Grad bis minus 10 Grad. Bei Temperaturen von über minus

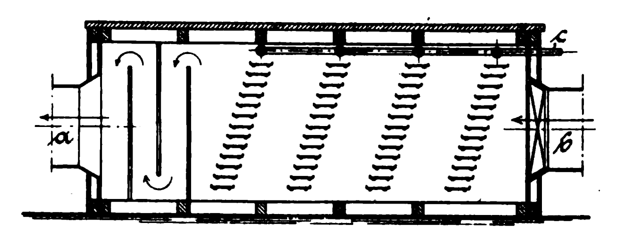


Fig. 10.
Regenluftkühler.
a. Kalte Luft. b. Warme Luft. c. Salzwasserzuleitung.

6 Grad sollen die Fische insofern leiden, als in der Gegend der Leber gelbliche Färbungen sich bemerkbar machen, welche auf das Platzen der Galle zurückzuführen sind. Grössere Fische, wie Stör usw., werden in den Gefrier-

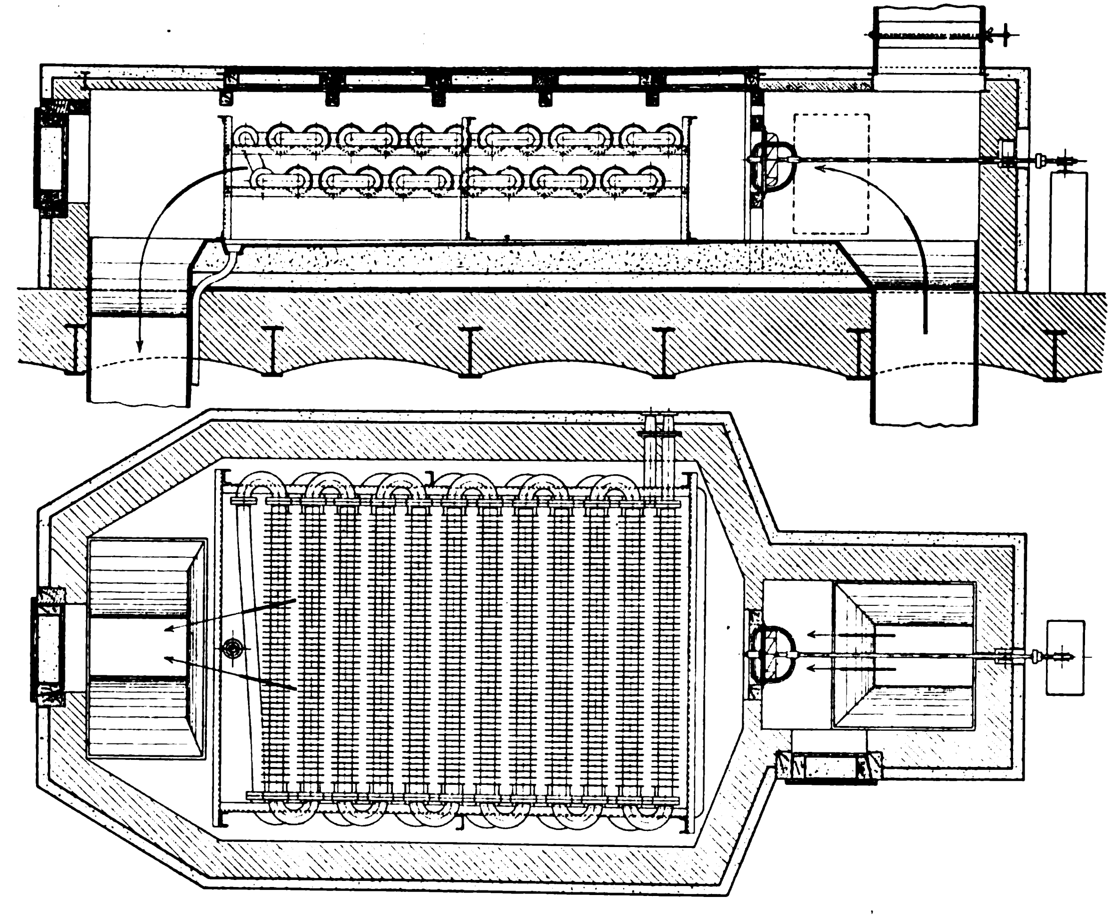


Fig. 11.
Röhrenluftkühler.

räumen einzeln gefroren, nach dem Gefrieren in kaltes Wasser eingetaucht und mit dieser Eisschutzschicht versehen, wie sonstige Güter in den Lagerräumen oder an Bord aufgestapelt (Fig. 16).

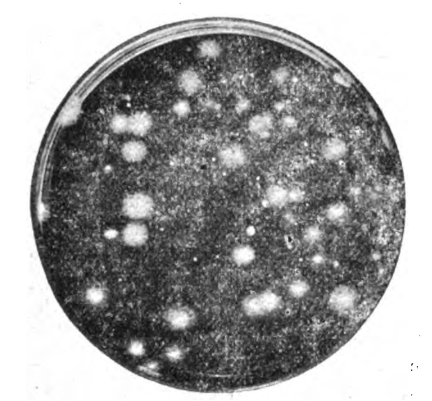


Fig. 12. Kulturplatte aus Luft vor dem Kühler.

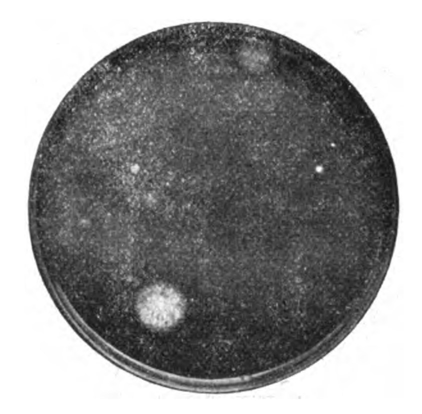


Fig. 13. Kulturplatte aus Luft hinter dem Kühler.



Fig. 14. Kulturplatte gewonnen in der Kühlhalle.

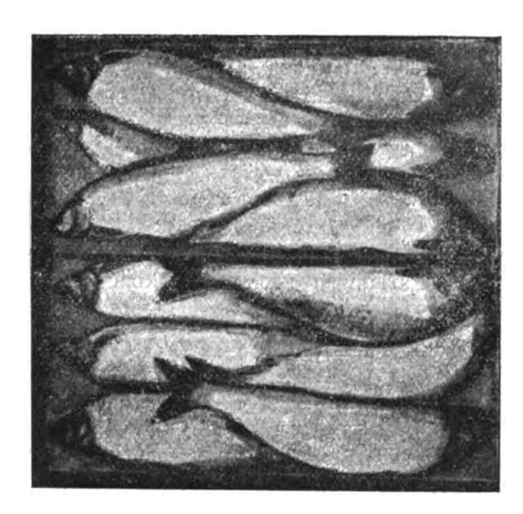


Fig. 15. Gefrorene Fische.

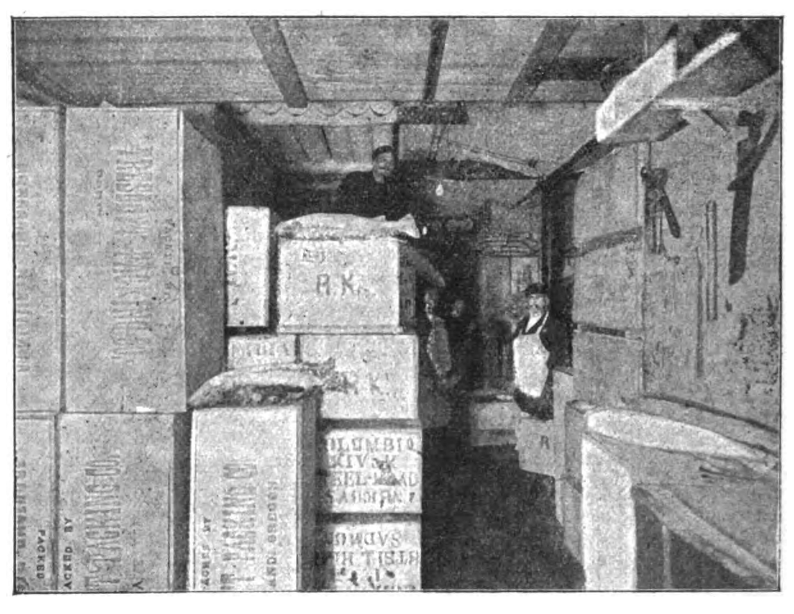


Fig. 16. Lagerraum für Fische im Kühlhause Hamburg.

Von den Landanlagen unterscheiden sich die Kühlmaschinen für Schiffszwecke nur hinsichtlich ihrer äusseren Gestaltung, und finden wir dort meist das Grundgestell für Kompressor und Dampfmaschine für Aufnahme des Kondensators eingerichtet. Fig. 17 zeigt hierzu einen Blick in den Kühlmaschinenraum an Bord des Hamburg-Amerika-Dampfers „Blücher“, und Fig. 18 Pläne der Fleischkühlanlage an Bord des Bremer Lloyd-Dampfers „Grosser Kurfürst“.

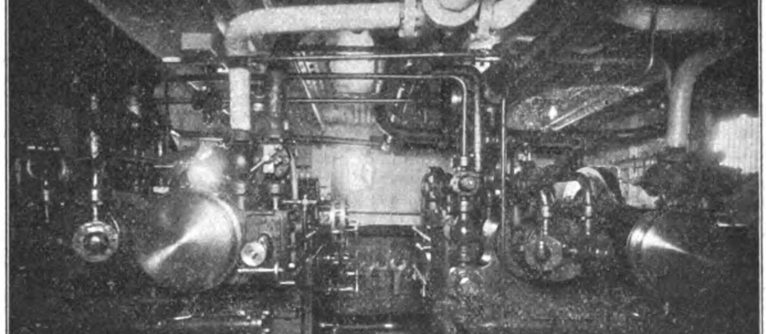


Fig. 17. Maschinenraum an Bord des Dampfers „Blücher“.

In demselben Masse, wie der Transport zur See, bricht sich auch das Bestreben, leicht verderbliche Waren in gekühlten Eisenbahnwagen heranzuschaffen, immer mehr und mehr Bahn. Unter anderem hat die spanische Gesellschaft für Kühlanlagen mit den wichtigsten Eisenbahnen jenes Landes Verträge abgeschlossen, wonach sie Kühlwagen für den Transport von Fleisch, Fischen, Früchten, Gemüsen, Milch usw. zur Verfügung stellt; woraus eine beträchtliche Steigerung der Ausfuhr nach Frankreich, England und Deutschland erwartet werden darf. Im Mai v. J. wurde vom russischen Finanzministerium ein Abkommen behufs Einrichtung direkter Dampferlinien Riga—London abgeschlossen und angeordnet, dass für den Transport der Güter, wie Butter und andere ländliche Erzeugnisse des Innern Sibiriens direkte Kühlzüge auf den sibirischen Bahnen laufen sollten. Fig. 19 zeigt einen Teil eines derartigen Zuges nach dem System *Linde-Felser*. Er besteht ausser der erforderlichen Lokomotive aus je einem Maschinenwagen und mehreren Kühlwagen, von denen die Hälfte vor, die Hälfte hinter dem ersteren laufen. Die Kälteverteilung geschieht vom Maschinenwagen aus nach links und rechts durch die in letzterem gesondert betriebene Kühlanlage. Die Dauer einer Reise beträgt 21 bis 28 Tage.

Empfindlicher in ihrer Behandlung als Kühlgüter, wie



Fleisch, Fisch und Geflügel, sind Vegetabilien und Eier. Sie verlangen immer, ausser einer ganz bestimmten Raumtemperatur, peinlichste Erhaltung der Luftfeuchtigkeit, derart, dass einerseits die aufgestapelte Ware nicht austrocknet, bezw. unscheinbar wird, und andererseits an ihr Feuchtigkeit sich nicht niederschlägt, weil dadurch Frucht und Packmaterial feucht und muffig würden und Fäulnis die Folgen wären. An Aepfeln beobachtet wurde in letzter Zeit vielfach, und namentlich in Amerika, eine Krankheit, die der Engländer scald (Grind) nennt, und die darin besteht, dass die Färbung der Frucht allmählich ins dunkelbraune übergeht, die Haut lederartig wird und Faulen eintritt. Untersuchungen ergaben, dass gute, reife, nicht überreife Früchte am wenigsten befallen wurden, und Temperaturen von minus 0,5 bis 0 Grad C. am vorteilhaftesten sind. Die Lagerzeit beträgt bis 8 Monate. Für Kirschen und Erdbeeren gelten Lagern vor völligem Ausreifen, Verpacken der unbeschädigten Frucht in Baumwolle bezw. Papierschnitzel, und Temperaturen 0 Grad bis minus 1 Grad C.; Lagerzeit 4 Wochen. Apfelsinen und Pfirsiche verlangen 2—$3^1/_2$ Grad C.; Lagerzeit 4 Wochen. Pflaumen und Trauben $3^1/_2$—5 Grad C.; Lagerzeit bis 8 Wochen, usw.

Längsschnitt durch das Schiff.

Fig. 18.
Fleischkühlanlage an Bord des Bremer Lloyd-Dampfers „Grosser Kurfürst“.
Ausgeführt von der Gesellschaft Linde, Wiesbaden.

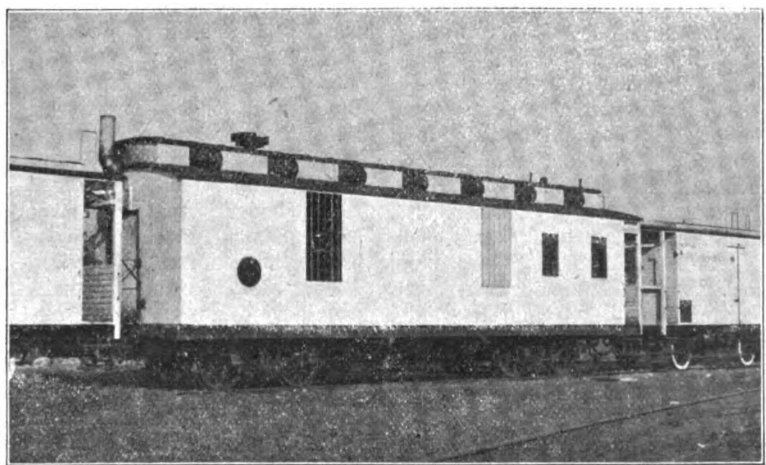


Fig. 19.
Kühlzug.

Mit Eiern werden die besten Erfolge dann erzielt, wenn nur frisch gelegtes Material zur Aufbewahrung kam, dasselbe vor der Einlieferung ohne Anwendung von Feuchtigkeit gereinigt wurde und in durchaus trockener und geruchloser Verpackung auf kürzestem Wege zum Kühlhause gelangte. Im Kühlraum (Fig. 20) selbst soll die relative Feuchtigkeit 70 bis 80 v. H. und die Temperatur etwa 0 Grad betragen, bezw. nie 1 Grad über- und bis 1 Grad unterschreiten. Vermieden werden soll immer Eier ohne allmählichen Uebergang auf höhere Temperaturen unmittelbar



vom Kühl- zum Verkaufsraume zu bringen. Die Lagerzeit beträgt 4—6 Monate.

Bemerkenswert sind auch die Erfolge auf dem Gebiete der Unterdrückung des Pflanzenwachstums und es ist heute der Kältetechnik eine Leichtigkeit, für Pflanzen aller Art die Blütezeit ganz nach Wunsch, z. B. in den Herbst, zu verlegen. Lilienknollen entwickeln sich nach dem Herausnehmen in etwa 20 Tagen zu voller Blüte.

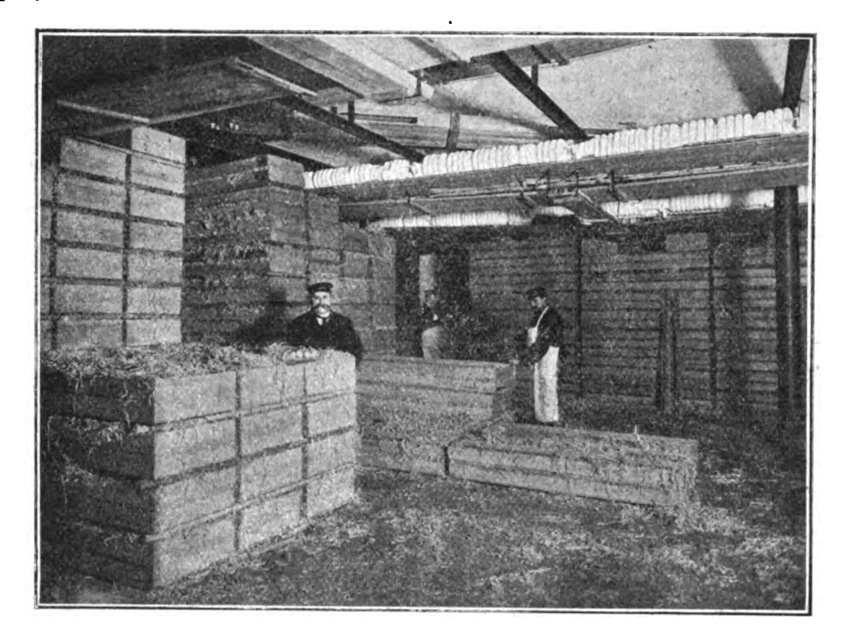


Fig. 20. Kühlraum für Eier im Kühlhause Hamburg.

Ausser diesen finden wir künstliche Kälte verwendet in chemischen Fabriken zur Chlorverflüssigung, für Durchführung von Destillationsprozessen, in Fabriken ätherischer Oele zur Gewinnung von Blumenextrakt, in Färbereien zur Bereitung kalter Laugen, welche Stoffen intensiv leuchtende Farben verleihen, zu Brunnenbohrungen in schwimmendem Gebirge, in Gummifabriken zum Erstarren der Gummimasse, in Dynamitfabriken zum Nitrieren, in Paraffinfabriken zur Auskrystallisierung des Paraffins, in Stearinfabriken zum Erstarren der Stearinkuchen, in Universitäten, tierärztlichen Hochschulen, öffentlichen Schulhäusern, zur Leichenkonservierung für Sektionszwecke, in Vergnügungslokalen zur Herstellung künstlicher Eislaufbahnen, in Wohn-, Geschäfts- und Versammlungsräumen zur Herbeiführung ertragbarer Temperaturen, in Weinkellereien zur Konzentration der nicht transportfähigen südlichen Weine (statt Zusetzung von Alkohol), zur Entfernung des bei der Flaschengährung gebildeten Trubes in Schaumweine (sog. Degorgieren), zur Raumkühlung bei der Melasseentzuckerung u. s. w., und geben wir uns der angenehmen Hoffnung hin, mit vorstehendem ein Geringes zum Verständnis dieser jungen Technik beigetragen zu haben.

Mitteilungen aus dem Eisenbahn-Sicherungswesen.

Von Regierungsbaumeister **Hans Martens.**

(Schluss von S. 679 d. Bd.)

Solange die Bahnstrecke noch Landstrassen in gleicher Höhe kreuzt, wird der Bahnbewachung, insbesondere den Wegeschranken hohe Aufmerksamkeit gewidmet. Um ein Einschliessen von Fahrzeugen und Fussgängern auf dem Bahnkörper durch die Schranken zu vermeiden, wird kurz vor Schliessen derselben ein Glockensignal gegeben. Um nun dies Signal, welches oft bei verspätetem Schliessen der Schranke versäumt wird, zu erzwingen, sind verschiedene Konstruktionen von Schranken mit Vorläutezwang aufgetaucht, die indessen auch nicht allen Anforderungen des Betriebes entsprechen, aber dennoch einen bemerkenswerten Fortschritt auf diesem Gebiet darstellen.

Die Firma *Willmann & Co.*, Dortmund, erreicht den Vorläutezwang bei Wegeschranken durch die mit der Winde vereinigte pneumatische Unterwegssperre (Fig. 13).

Die Einrichtung besteht aus der mit der Windenkurbel A mittels Zahnrädern J und Bolzen L gekuppelten Steuerscheibe K, durch welche der Lenker O beim Drücken auf den Rollenzapfen M gehoben wird. Mit dem Lenker O ist durch die Druckstange Q der Lenker W verbunden, der mit dem im Zylinder X beweglichen Kolben Z derartig gekuppelt ist, dass beim Heben des Lenkers O der Kolben sich aufwärts bewegt und durch das Ventil C_1 Aussenluft ansaugt. Auf dem Lenker W ist die Sperrklinke S gelagert, die bei gesunkenem Kolben in das auf der Kurbelachse C festgekeilte Sperrad G eingreift und die Kurbel für die dem Schliessen der Schranke entsprechende Drehrichtung festhält. Um das selbsttätige Sinken des Kolbens zu ermöglichen, muss die angesaugte Luft erst durch einen einstellbaren Regelhahn D_1 entweichen. Ein Schild zeigt dem Wärter die jeweiligen Endstellungen der Schranke — offen oder geschlossen — an.

Beim Oeffnen der Schranke ist der Wärter gezwungen, die Kurbel solange zurückzudrehen, bis der volle Vorläuteweg an der Schranke vorbereitet ist. Während des Rückwärtsdrehens der Kurbel sinkt der Kolben abwärts, sodass, falls der Wärter nicht vollständig zurückdreht, die Sperrklinke zum Eingriff gelangt und dadurch das Vorwärtsdrehen verhindert, während das Rückwärtsdrehen stets möglich bleibt. Um ein Vorwärtsdrehen zu ermöglichen, ist es somit erforderlich, dass die Kurbel immer solange zurückgedreht wird, bis der Kolben in der gehobenen Stellung festgehalten wird. Wird die Schranke nun wieder geschlossen, dann bleibt der Kolben infolge der im Zylinder vorhandenen, angesaugten Luft schweben und sinkt erst nach einiger Zeit abwärts, wodurch der Wärter gezwungen wird, nicht nur den Vorläuteweg abzuwickeln, sondern durch die Schranke mindestens teilweise zu schliessen. Bei einer Neigung des Schrankenbaums um 45° hat sich die Steuerscheibe K soweit gedreht, dass der Kolben Z abermals gehoben und am Herabsinken gehindert wird. Von dieser geneigten bis zur wagerechten Lage des Schrankenbaumes kann die Schranke nach Bedarf geöffnet und gesenkt werden, sodass etwa eingeschlossene Fuhrwerke usw. befreit werden können.

Die neue Bauart (Fig. 14) der Schranke von *Willmann & Co.* hat den Zweck, das rechtzeitige Vorläuten an der Schranke zu erzwingen, ohne hierbei das Getriebe während der Schliessbewegung des Schrankenbaumes festzulegen, wie das bei der vorhergehenden der Fall ist.

Mit der Schrankenkurbel k wird eine Steuerscheibe a durch die Zahnräderpaare b—c und d—e in Abhängigkeit gebracht. Im Kanal der Steuerscheibe a greift das an dem einen Ende des Winkelhebels f sitzende Röllchen g ein, während eine im anderen Hebelende schwingende Sperrklinke h mit dem auf der Kurbelachse sitzenden Sperrad i zusammenarbeitet. Die Sperrklinke h befindet sich während des Vorläutens in der sperrenden und während der Schliessbewegung der Bäume in der nicht sperrenden Lage.

Oberhalb des Sperrwerks befindet sich eine um die Achse q schwingende hellfarbige Prüfscheibe l, die durch den Hebel m und die Zugstange n mit dem verlängerten Ende des Hebels f derart in Verbindung steht, dass bei

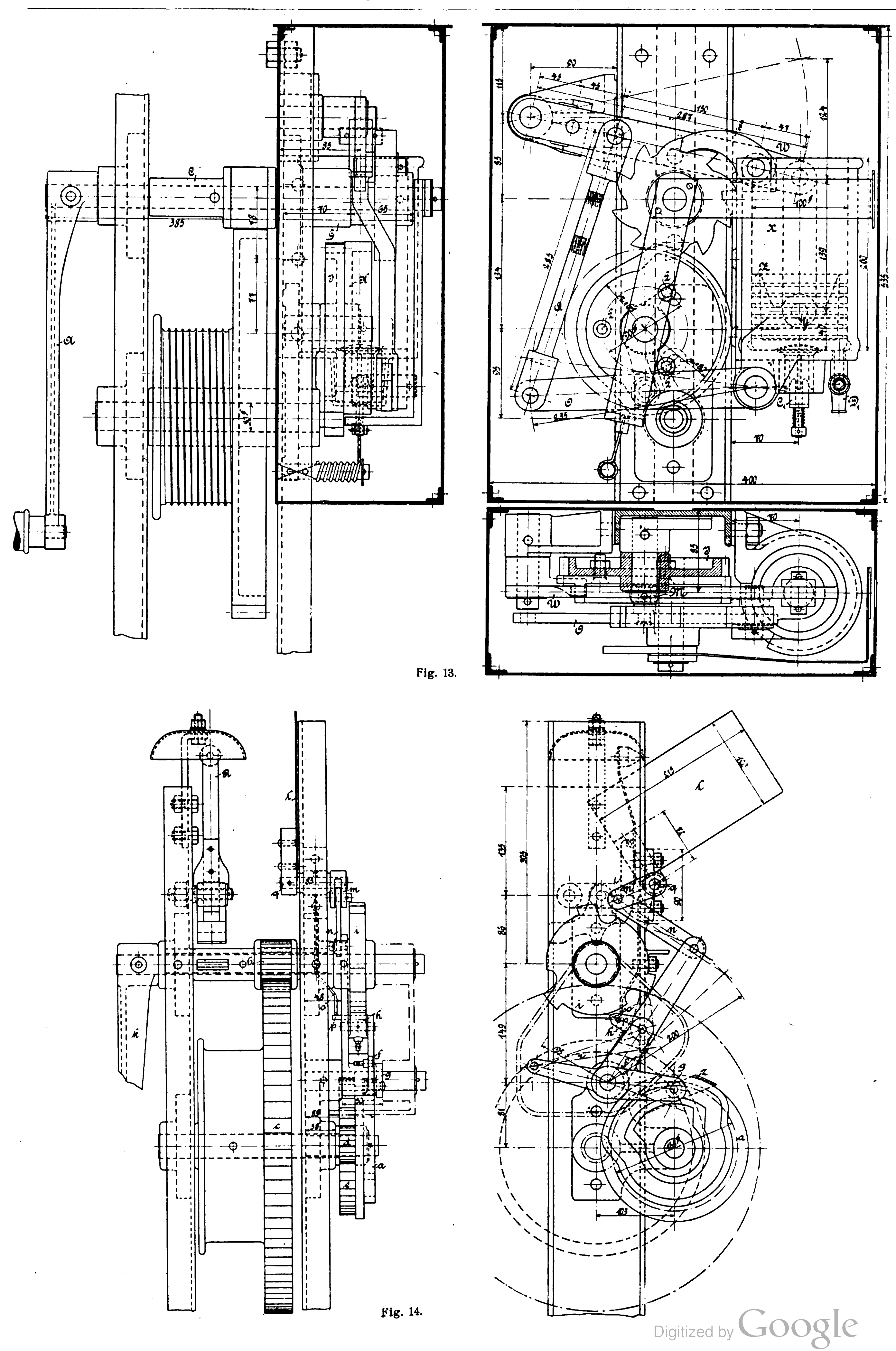


Fig. 13.

Fig. 14.

sperrender Lage die Prüfscheibe nach aussen, bezw. nach der anzeigenden Stellung bewegt wird und bei der nicht sperrenden Lage hinter dem verlängerten Schrankengestell verschwindet.

Läutet der Wärter gegen die Vorschrift der Dienstanweisung Vorrat, so erscheint sofort die farbige Prüfscheibe und bleibt solange in der anzeigenden Stellung, bis der Schrankenbaum etwa 10° geneigt steht. Da aber die Schrankenbäume, gemäss der Bauart, bei geöffneter Schranke aufrecht stehen, so kann der prüfende Beamte, auch nach Verschwinden der Prüfscheibe die unvorschriftsmässige Bedienung der Schrankenwinde erkennen.

Hat der Wärter aus Versehen Vorrat geläutet, und will in die Endlage zurückkurbeln, so wird die punktiert gezeichnete Klinke *h* von dem Sperrzahn des Rades *i* erfasst und in die sperrende Stellung gedrückt. Hierbei tritt Feder *o* vor den in der Klinke *h* sitzenden Stift *p* und verhindert ein Zurückspringen, da die Feder *r* bestrebt ist, die Klinke in die punktierte Lage zurückzuziehen. Die Kurbel kann somit nicht weiter vorwärts gedreht werden, sodass der Wärter gezwungen ist, solange zurückzukurbeln, bis die Klinke *h* beim Eintritt des Röllchens *g* in den Kanal der Steuerscheibe abgehoben wird, d. h. bis das Kurbelgetriebe in die Endlage zurückgebracht ist.

Schutze des unbefugten Eingreifens wird die Sperrvorrichtung mit einem bleiversiegelten Kasten umgeben.

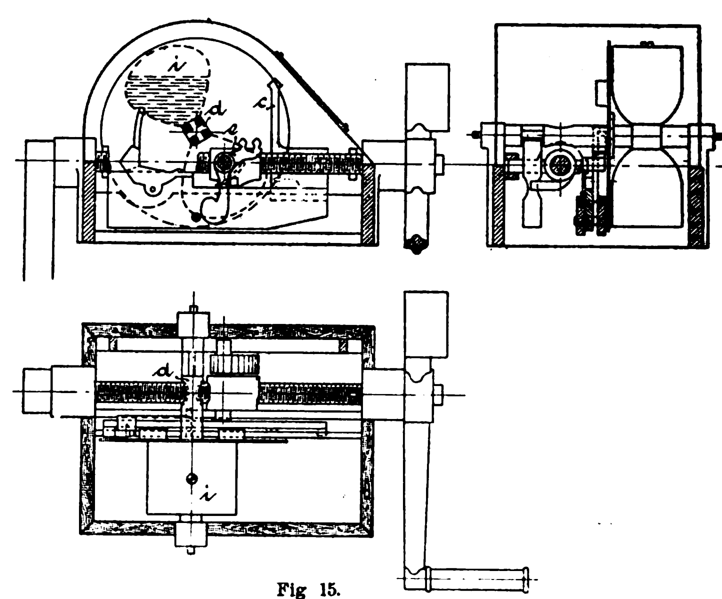


Fig 15.

Fig. 16.

Neben der Steuerscheibe *a* befindet sich ein Zeiger *z*, der die Endstellung der Schranke genau anzeigt. Zum

A. Rawie, Onsabrück hat eine Zeitschlusswinde für Drahtzugschranken konstruiert, bei der der Zwang, unmittelbar

vor dem Schliessen vorzuläuten, in folgender Weise erreicht ist (s. Fig. 15). Es wird ein Kippgefäss *i* mit Füllung nach Art einer Sanduhr verwendet. Für die Zeit, welche die Füllung gebraucht, um von einem Behälter in den andern zu fliessen, wird die Zwangssperrung in der Winde aufgehoben, sodass ein Schliessen der Schranke möglich ist, im andern Falle nur ein Zurückdrehen der Winde. Die erforderliche Zeit kann durch entsprechende Bemessung der Füllungsmasse reguliert werden.

Der Apparat arbeitet in der Weise, dass das Kippgefäss bei Anfang der Kurbeldrehung durch den Mitnehmer *e* umgelegt wird, indem er in die als Stiftenrad ausgebildete Welle *d* desselben greift. Die Füllmasse befindet sich dann im oberen Behälter des Kippgefässes und drückt durch ihr Uebergewicht den Steuersperrhebel herunter, wodurch die Kurbel zum Antrieb der Schranke freigegeben wird. Sobald die Masse durchgelaufen ist, hört das Uebergewicht auf, das Kippgefäss spielt in seine senkrechte Lage zurück, wodurch der Steuersperrhebel wieder in seine Sperrlage zurücktritt.

Mit dem Mechanismus ist ein Zeiger *c* verbunden, der die Stellung der Schranke anzeigt.

Die Unfälle auf Eisenbahnwegübergängen, die sich entweder infolge garnicht geschlossener oder verspätet geschlossener Schranken ereignen, haben den Gedanken nahe gelegt, die menschliche Tätigkeit bei der Bedienung der Schranken vollständig entbehrlich zu machen und durch den Zug das Oeffnen und Schliessen bewirken zu lassen. Die Entwürfe für eine derartige selbsttätige Wegeschranke sind zahlreich; aber keiner konnte bei einer Ausführung ernstlich in Frage kommen. In jüngster Zeit indessen ist eine derartige Schranke von Regierungs- und Baurat *Wittfeld* erdacht und von Gebrüder *Pintsch* ausgeführt worden, die die Aufgabe in sinnreicher und einfacher Weise löst. Durch vom Zuge betätigte Radkontakte wird ein von einer Trockenbatterie erzeugter elektrischer Strom etwa 2 Minuten vor Vorüberfahrt des Zuges an der Schranke geschlossen, durch den ein Elektromagnet *E* (Fig. 16) erregt wird. Dadurch wird dessen Anker angezogen, was eine Auslösung eines Gewichtes *G* zur Folge hat, das zunächst ein Läutewerk und die Beleuchtung bei Dunkelheit einschaltet, und durch Aufheben einer Sperre *S* bei weiterem Sinken die Schranke freigibt, die sich durch Uebergewicht nun langsam schliesst, wobei sie das Gewicht in die Anfangslage zurückbringt und die elektromagnetische Hemmung wieder herstellt. In der geschlossenen Lage bleibt die Schranke frei beweglich, um eingeschlossenen Fuhrwerken oder Fussgängern die Möglichkeit zu geben, sich befreien zu können. Um die Schranke wieder zu öffnen, wird durch den Zug der Radkontakt hinter der Schranke betätigt, wodurch ein zweiter Stromkreis geschlossen wird, der zur Zündung eines Luftgasgemisches dient. Die Vorrichtung zum Oeffnen besteht nämlich aus einem Zylinder mit Flugkolben, dessen Kolbenstange am oberen Ende eine Sperrklinke trägt. Diese legt sich in der höchsten Stellung des Kolbens hinter einen Sperrhahn der Schrankenbaumachse, wodurch die Schranke beim Heruntersinken des Kolbens gehoben wird. Um den Kolben hoch zu treiben, wird durch das gesteuerte Einflussventil unter ihn Mischgas eingeführt, das, wie oben beschrieben, entzündet wird und durch seine Verbrennungsarbeit den Kolben hochschleudert. Das Einlassventil wird in der tiefsten Stellung des Gewichts *G* durch dieses geöffnet. Bei Erreichen der höchsten Kolbenstellung öffnet sich Auslasschieber *K*, sodass die Verbrennungsgase aus dem Verbrennungsraum *J* entweichen können, was noch erleichtert wird durch Luft, die von dem oberen Belastungskolben beim Niedergang durch den Verbrennungsraum gepresst wird. Das Mischgas wird unter Druck in einem Behälter aufbewahrt; es bereitet keine Schwierigkeiten bei normalem Betriebe einen Vorrat für $^1/_2$ Jahr aufzuspeichern. Dem Verbrennungsraum wird das Gas in verminderter Spannung nach Durchgang durch einen Gasdruckregler, Bauart *Pintsch*, zugeführt. Für die Beleuchtung dient Gas. Der Gasverbrauch ist nach angestellten Versuchen sehr gering.

Bei eingleisigen Bahnen wird durch eine besondere Stromschaltung die richtige Wirkungsweise gewährleistet.

Kleinere Mitteilungen.

Die geeignetste Lokomotive und Fahrgeschwindigkeit für den Stadtbahnbetrieb.

In der am 22. September d. J. abgehaltenen Versammlung des *Vereins deutscher Maschineningenieure* hielt Herr Eisenbahnbauinspektor *Unger* einen eingehenden Vortrag über Versuchsfahrten mit drei neuen Lokomotivgattungen zur Ermittlung der für einen verbesserten Stadtbahnbetrieb geeignetsten Lokomotive.

Diese Versuche verdanken ihre Entstehung dem Umstande, dass von mehreren Seiten verlangt wurde, die Zugbeförderung auf der Berliner Stadtbahn elektrisch auszugestalten und den Dampfbetrieb zu beseitigen. Es lässt sich nachweisen, dass, wenn es möglich ist, Stadtbahnzüge mit 14 Wagen durch eine Dampflokomotive zu befördern, der Dampfbetrieb den elektrischen Betrieb hinsichtlich der Leistungsfähigkeit um 28 v. H. übertrifft.

Die Versuche wurden mit drei verschiedenen Lokomotiven angestellt. Die eine Lokomotive war eine dreifach gekuppelte fünfachsige Tenderlokomotive mit drei Zylindern von *Schwartzkopff* in Berlin; die zweite Lokomotive war eine dreifach gekuppelte vierachsige Heissdampftenderlokomotive, die dritte eine dreifach gekuppelte vierachsige Tenderlokomotive; die beiden letzteren Maschinen waren von der *Union-Giesserei* in Königsberg erbaut.

Bei den mit diesen drei Lokomotiven angestellten Probefahrten betrug das Zuggewicht 240 Tonnen. Die Fahrten fanden auf der Strecke Grunewald—Grünau statt. Auf dieser Strecke wird bis jetzt mit einer Grundgeschwindigkeit von 45 km i. d. Std. gefahren, während die Versuche klarstellen sollten, ob die Vergleichslokomotiven imstande wären, Züge mit 14 Stadtbahnwagen mit 50 km, gegebenenfalls mit 60 km Grundgeschwindigkeit planmässig zu befördern.

Die Ergebnisse der Versuchsfahrten führen zu den Schlüssen, dass für die Beförderung schwererer Stadtbahnzüge sowohl aus betriebstechnischen, als auch aus wirtschaftlichen Gründen einzig und allein die dreifach gekuppelte, vierachsige Heissdampflokomotive in Betracht kommen kann, und dass es sich nicht empfiehlt, von der jetzigen Fahrgeschwindigkeit (45 km) auf 50 oder 60 km überzugehen. Die mit der erhöhten Geschwindigkeit verbundenen Vorteile würden allzu teuer durch einen ganz erheblichen Mehrverbrauch an Brennmaterial (31 v. H.) erkauft sein, und die hiermit verbundene erhöhte Arbeitsleistung würde dem Heizer nicht auf längere Zeit zugemutet werden können. Aber auch aus betriebstechnischen Rücksichten erscheint der Uebergang zu der höheren Geschwindigkeit von 60 km bedenklich, da sich bei eintretenden Betriebsstörungen die Betriebsgefahren ganz ausserordentlich steigern würden.

Neue Anwendungen der Quecksilberlampen.

Auf der Jahresversammlung der amerikan. Elekto-Ingenieure in Niagarafalls wurde eine Ausstellung von *Cooper Hewitt*-Quecksilberlampen[1]) und Umformern veranstaltet und dabei über neue Anwendungsarten berichtet. *Dr. von Recklinghausen* führte aus, dass bei der Quecksilberlampe von grosser Wichtigkeit sei, dass die Grösse des Kondensationsraumes, die Weite der Röhre und die Stromstärke in einem ganz bestimmten Verhältnis stehen. Zur Ueberwindung des Widerstandes der negativen Elektrode seien mehrere 1000 Volts nötig, während, wenn die Lampe einmal im Gange ist, der Betrag von wenigen Volts Spannung genüge. Die Lampe sei von grossem Wert für photographische Zwecke, da sie ausserordentlich viel aktinische Strahlen aussende. Durch die Abwesenheit von roten Strahlen eigne sich die Lampe besonders als Beleuchtung bei feinmechanischen Arbeiten, zum Schreiben und Zeichnen. Eine Lampe, die für 3 Ampère gebaut ist, erlösche bei 1,2 Amp., dagegen könnten die Lampen für grosse und für kleine Stromstärken gebaut werden. Die Lebensdauer der Lampen betrage nicht unter 2000 Stunden. Die Lichtstärke nehme langsam ab, da sich das Glas färbe. Die Lampe gehe dadurch zu Grunde, dass Luft in sie eindringe. Für die Lampen müsse ein ganz eigenes Glas Verwendung finden. Bei 120 voltigen Lampen seien 15 Volt in den Elektroden, 20 Volt im Vorschaltewiderstand und 85 Volt in der Lampe. Der Wattverbrauch für die Kerze sei 0,3 Watt, ohne Einrechnung des Vorschaltewiderstandes. Der Gasdruck in der Lampe sei etwa 2 mm.

P. H. Thomas beschrieb den Einphasengleichrichter; die neueste Arbeit von *Hewitt*. Während beim 3 Phasengleichrichter keine

[1]) D. p. J. 1902. **317**. 821.



Stromunterbrechung stattfindet, und daher der negative Elektrodenwiderstand beim Betriebe nicht mehr den hohen Anfangswert erreicht, ist beim Einphasengleichrichter bei jeder Periode von neuem der hohe Anfangselektrodenwiderstand zu überwinden. *Cooper Hewitt* lässt daher ständig einen Hilfsstrom durch die Lampe fliessen. *Thomas* beschrieb ferner die Verwendung der Quecksilberdampflampe als Ausschalter für hochgespannten Wechselstrom. In einer Glasröhre sind 2 Elektroden eingeschmolzen, die bei geschlossenem Schalter mit Quecksilber bedeckt sind. Neigt man die Röhre, sodass eine Elektrode aus dem Quecksilber herausragt, so bildet sich ein Quecksilberlichtbogen. Derselbe erlöscht, wenn die Spannung in einer Periode bis auf 14 Volt gesunken ist. Ein Neuentstehen des Flammenbogens ist wegen des hohen negativen Elektrodenwiderstandes ausgeschlossen. Als Vorteile ergeben sich, dass die Kontakte nicht verschmoren können, und dass man leicht grosse Querschnitte erreichen kann.

(Electrical World and Engineer 1903 No. 2).

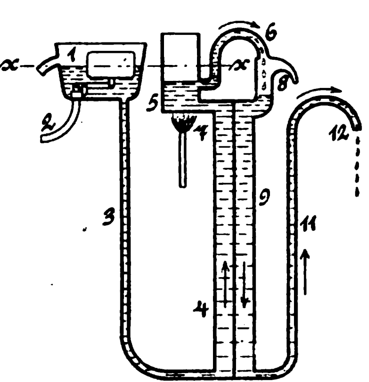
Ein neues Verfahren zur Untersuchung des Molecularzustandes von eisernen und stählernen Maschinenteilen.

In No. 1 und 2 von La Energia Eléctrica beschreibt *A. Sandaran* ein neues Verfahren zur Untersuchung des Molecularzustandes von Lokomotivachsen und anderen eisernen und stählernen Maschinenteilen; dieses Verfahren beruht auf den magnetischen Eigenschaften von Eisen und Stahl und soll im Betriebe entstandene innere Schäden (Anbrüche) an Maschinenteilen aufdecken. Aus den Grundlehren des Magnetismus lässt sich schliessen, dass, wenn ein eiserner oder stählerner Maschinenteil vor Beginn des Betriebes untersucht wird, die graphische Darstellung eines Magnetisierungscyclus ein Bild der magnetischen Eigenschaften des betreffenden Teiles liefert. Sind nun Achsen von Lokomotiven und Eisenbahnwagen, sowie andere Maschinenteile im Betriebe derartigen Erschütterungen und Stössen ausgesetzt, dass sie spröde werden und schliesslich brechen, wobei die Bruchflächen krystallinisches Aussehen zeigen, so werden zu gleicher Zeit die magnetischen Resterscheinungen vermindert. Das Eisen nimmt den normalen Mittelzustand, welcher der beim Versuch auf dasselbe einwirkenden Magnetkraft entspricht, schneller an; mit anderen Worten, seine Hysteresis wird vermindert und der aufsteigende Ast der Induktionskurve weicht kaum von dem absteigenden Ast ab. Aus diesem Grunde kann man charakteristische Verschiedenheiten zwischen der Magnetisierungskurve einer Achse oder eines anderen Eisenstückes beobachten, die zu verschiedenen Zeiten des Betriebes aufgenommen werden. Die magnetische Untersuchung des betreffenden Stückes soll dann gestatten, auf dessen augenblickliche Sicherheit Schlüsse zu ziehen und festzustellen, ob etwa eine ungewöhnliche Veränderung, wie z. B. ein innerer Bruch, vorgekommen ist.

A. G.

Sterilisationsapparat „System Forbes."

Der Apparat von *Forbes*, dessen Anordnung nebenstehende Figur im Schema zeigt, ist nach „Revue industrielle" zum Sterilisieren von Trinkwasser für häusliche Zwecke bestimmt. Er bedient sich der Hitze als Mittel zur Unschädlichmachung pathogener Keime und besteht aus drei Hauptteilen: dem Reservoir *1* für Rohwasser, dem metallenen Kochgefäss *5* und der Einrichtung für Temperaturausgleich *4*, *9*. Die Wirkung des Apparates ist die folgende: das rohe, nicht sterilisierte Wasser tritt aus der Leitung *2* in den Behälter *1* ein, in dem mit Hilfe eines Ueberlaufes und eines Schwimmers das Niveau $x-x$ konstant gehalten wird. Das Wasser fliesst dann durch das Rohr *3* in den erweiterten Raum *4*, füllt den Kocher *5* teilweise und bleibt dann auf einer Höhe stehen, die infolge des Druckes der im oberen Teile des Kochers eingeschlossenen Luftmenge etwas niedriger ist, als die $x-x$ im Behälter. Bringt man unter den Kocher eine Gasflamme oder Spirituslampe, so gerät das im Kocher befindliche Wasser bald in Wallung.



Unter dem Einflusse des Druckes, welcher nun im oberen Teile des Kochers entsteht, wird die Oberfläche des Wassers langsam weiter nach unten gedrückt, bis sie die Ausflussröhre *6* erreicht. In diesem Augenblicke steigt ein Gemisch von Wasser und Dampf, welches mehr als 100° heiss ist, durch die Röhre *6* und ergiesst sich in den Raum *9*, von wo es weiter durch den Siphon *11* bis zum Ausfluss *12* gelangt. Dieses Spiel wiederholt sich immer von neuem. In dem Masse, wie das sterilisierte Wasser aus dem Kocher entweicht, wird vermöge des stets gleichbleibenden Niveaus $x-x$ im Vorratsbehälter neues Rohwasser nachgedrückt. Die Zwischenwand zwischen den Räumen *4* und *9* ist gewellt, um so eine grössere Oberfläche zu erhalten und den Temperaturaustausch zwischen dem kalten nicht sterilisierten Wasser und dem heissen, sterilisierten, welches sich im Raume *9* befindet, zu erleichtern. Der auf diese Weise erreichte Temperaturausgleich ist sehr vollständig, so dass das sterilisierte Wasser den Siphon kalt verlässt. Durch eine einfache Vorrichtung kann man die Kühleinrichtung ausschalten, wenn man heisses Wasser zu haben wünscht.

Der Apparat zeichnet sich durch Einfachheit der Anwendung und des Unterhalts, wie durch Billigkeit des Betriebes aus. Die Sterilisierung von 30 l Wasser verlangt etwa $^1/_4$ cbm Leuchtgas, was je nach Preis des Gases einen Betrag von 2,5—4 Pfg. ausmacht. Ueber die Wirkung des Apparates gibt das Laboratorium des „Comité consultatif d'hygiéne publique de France" das folgende Gutachten ab:

„Die Resultate der chemischen Analyse und der vorhergehenden bakteriologischen Prüfungen sind solche, wie man sie mit Recht bei der Sterilisation des Wassers mittels Hitze verlangt. Alle pathogenen Keime werden zerstört. Ein Wasser, welches, wie das in den Kanalisationsanlagen von Paris verteilte Seinewasser, sehr stark durch die verschiedenartigsten Produkte verunreinigt ist, wird im allgemeinen steril, nachdem es den Apparat durchlaufen hat, oder enthält allerhöchstens Sporen ganz ungefährlicher Art".

Dr. Hgr.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Die Dampfturbinen und die Aussichten der Wärmekraftmaschinen. Versuche und Studien von *Dr. A. Stodola*, Professor am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich. Mit 119 Textfiguren und 1 Tafel. Berlin 1903. Julius Springer. Preis 6 Mk. geb.

Die elektrischen Lichtbogen bei Gleichstrom und Wechselstrom und seine Anwendungen. Von *Berthold Monasch*, Diplomingenieur. Mit 141 in den Text gedruckten Figuren. Berlin 1904. Julius Springer. Preis 9 Mk. geb.

Die Verteilung der elektrischen Energie. Von *Ferdinand Neureiter*, Ingenieur. Mit 136 Figuren. Zweite, neu verfasste Auflage. Leipzig 1903. Oskar Leiner. Preis 9 Mk. geh.

Theoretische Grundlagen der Starkstromtechnik. Von *Charles Proteus Steinmetz*. Autorisierte deutsche Ausgabe, übersetzt von *J. Hefty*, Ingenieur. Mit 143 in den Text gedruckten Abbildungen. Braunschweig 1903. Vieweg u. Sohn. Preis 9 Mk. geh. — 10 Mk. geb.

Das Schulzimmer. Vierteljahrsschau über die Fortschritte auf dem Gebiete der Ausstattung und Einrichtung der Schulräume sowie des Lehrmittelwesens mit besonderer Berücksichtigung der Forderungen der Schulhygiene. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachmänner, herausgegeben und verlegt von P. Johs. Müller. Erster Jahrgang. Berlin 1903.

Die Wirkungsweise der Rektifizier- und Destillier-Apparate mit Hilfe einfacher mathematischer Betrachtungen. Dargestellt von *E. Hausbrand*. Zweite Auflage. Mit 18 Figuren im Text und auf 13 Tafeln nebst 19 Tabellen. Berlin 1903. Julius Springer. Preis 5 Mk. geh. — 6 Mk. geb.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 45. Berlin, 7. November 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Studien und Versuche über die Elastizität kreisrunder Platten aus Flusseisen.

Von Dr.-Ing. **Max Ensslin**, Stuttgart.

Das Studium der Versuche *Bachs* über die Widerstandsfähigkeit ebener Platten [1]) und das Studium theoretischer Abhandlungen über diesen Gegenstand erweckten in mir den Wunsch, Versuche über die Elastizität ebener Platten — zunächst an kreisrunden Scheiben aus Flusseisen — anzustellen, um das Verhalten des Materials in der Plattenform aus eigener Anschauung kennen zu lernen und mir Grundlagen für ein eigenes Urteil über die Zuverlässigkeit der allgemeinen Elastizitätstheorie plattenförmiger Körper zu verschaffen. Insbesondere hat mich der grosse, von *Bach* gefundene Unterschied zwischen dem unmittelbar beobachteten und dem mit Hilfe der allgemeinen Elastizitätstheorie plattenförmiger Körper berechneten Biegungspfeil einer Kreisscheibe veranlasst, mich eingehender mit dem Gegenstand zu beschäftigen. Dem Entgegenkommen des Herrn Baudirektor *v. Bach* habe ich es zu danken, dass ich die nachher beschriebenen Versuche in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule in Stuttgart ausführen konnte; Herr Baudirektor *v. Bach* stellte mir dazu seine eigene Versuchsvorrichtung zur Plattenprüfung zur Verfügung und liess hierzu in bereitwilligster Weise einige Einrichtungen neu anschaffen, die ich in Vorschlag gebracht hatte und die später beschrieben sind. Meinem verehrten Lehrer spreche ich hierfür auch an dieser Stelle meinen warmen Dank aus.

Es liegen bis jetzt, soweit mir bekannt ist, von 3 Seiten Versuche mit ebenen Platten vor, die hier in zeitlicher Ordnung aufgezählt sind.

1) Versuche von *Wehage* (Mitteilungen der mechanisch-technischen Versuchsanstalt zu Berlin, 1888, 3. Heft, S. 89).
2) Versuche von *Bach* 1890 (s. Fussbemerkung 1).
3) Versuche von *Föppl* (Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der K. Technischen Hochschule München, 1900, S. 28).

Wehage hatte die Absicht, die wichtige Frage zu untersuchen, ob im Fall einer gleichzeitigen Beanspruchung eines Körpers nach mehreren Richtungen die grösste *Dehnung* als massgebend für die Materialanstrengung angesehen werden dürfe, wie man das in weiten Kreisen anzunehmen pflegt. Er folgerte aus seinen Versuchen, dass dies nicht zutreffe. Die Schlussfolgerung *Wehages* lautet wörtlich: Wenn ein schmiedeeiserner Körper zugleich nach zwei aufeinander senkrechten Richtungen gleich stark auf Zug oder auf Druck beansprucht wird, so wird die Elastizitätsgrenze (= Proportionalitätsgrenze) schon bei einer Dehnung erreicht, die kleiner ist, als

$$\frac{0{,}0011}{0{,}0014} = 0{,}78$$

von derjenigen Dehnung, welche der Elastizitätsgrenze bei einfachem Zug entspricht [2]). Da die Frage nicht weiter verfolgt wurde, hat das auf sehr heiklen Feinmessungen beruhende Ergebnis eine weitergehende Beachtung nicht gefunden. Auch sind die Beobachtungsergebnisse nicht so ausführlich mitgeteilt, dass man sämtliche Schlüsse *Wehages* selbst nachprüfen kann.

Föppl bestimmte, ebenso wie dies von *Bach* 10 Jahre vorher geschehen war, die Durchbiegung von schweisseisernen Kreisscheiben, die in der Mitte belastet waren und frei auflagen, und fand den aus der Plattendurchbiegung berechneten Dehnungskoeffizienten im Mittel um 7 v. H. (5 bis 10,2 v. H.) grösser als den Dehnungskoeffizienten, der sich aus der Biegung von Stäben aus dem gleichen Material ergab. Auf die Versuchsergebnisse komme ich später zurück. Ausserdem stellte *Föppl* auf mittelbarem Wege (s. die oben angeführte Veröffentlichung *Föppls*) fest, dass die Form der elastischen Mittelfläche in Versuch und Theorie miteinander übereinstimmen.

Bach ist der erste gewesen, der die Widerstandsfähigkeit ebener Platten durch den *Versuch* geprüft hat; seine Bruchversuche mit gusseisernen Platten und die hierauf begründete Näherungsberechnung, durch welche er die Aufgabe der Plattenberechnung auf den allgemein geläufigen Fall der Biegung eines geraden Stabes zurückgeführt und die hierin gelegene Vernachlässigung durch Einführung eines aus den Versuchen bestimmten Koeffizienten berichtigt hat, hat die Aufgabe der Berechnung ebener Platten dem allgemeinen Verständnis näher gerückt. Die *Bach*sche Berechnungsweise kreisförmiger, elliptischer und rechteckiger Platten wird an mehreren Hochschulen vorgetragen und ist in die „Hütte" und andere Ingenieurtaschenbücher und damit in den praktischen Gebrauch übergegangen.

Bach ist auch der erste gewesen, der einen Weg gezeigt hat, auf dem die allgemeine Elastizitätstheorie plattenförmiger Körper durch den Versuch geprüft werden kann, indem der Dehnungskoeffizient aus der Durchbiegung von Platten einerseits und von Stäben desselben Materials andererseits mit Hilfe der entsprechenden Gleichungen ermittelt und verglichen wird. Dieses Verfahren hat *Bach* selbst an einer flusstählernen Kreisscheibe von 8,4 mm Stärke durchge-

[1]) S. Zeitschrift d. Ver. deutsch. Ing. 1890, S. 1041; od. *C. Bach*, Versuche über die Widerstandsfähigkeit ebener Platten, Berlin 1891 (*Springer*) oder *C. Bach*, Abhandlungen und Berichte, S. 111; Stuttgart 1897 (*Bergsträsser*).

[2]) Neuerdings hat *J. J. Guest* im Philos. Magaz. 1900, S. 69 durch sehr zweckmässig ausgedachte und mehrfach wiederholte Versuche mit dünnen Röhren, die auf Zug, Drehung und inneren Ueberdruck je allein bezw. auf Zug und inneren Ueberdruck, Zug und Drehung, Drehung und inneren Ueberdruck gleichzeitig beansprucht werden konnten, ein ähnliches Ergebnis wie *Wehage* bezüglich der Streckgrenze gefunden, dass nämlich bei gleichzeitiger Beanspruchung auf Zug nach zwei aufeinander senkrechten Richtungen die Streckgrenze schon bei kleinerer Dehnung erreicht wird, als bei einfacher Zuganstrengung. Betreffs der Zahlenwerte und der sonstigen Ergebnisse muss auf diese sehr beachtenswerte Arbeit selbst verwiesen werden.

führt, die in der Mitte durch eine Einzelkraft belastet wurde und nach einem Kreis von 56 cm frei auflag. Das Ergebnis dieses einen Versuchs schien die Richtigkeit der allgemeinen Elastizitätstheorie ebener Platten schon für den einfachsten Fall der kreisförmigen Platte stark in Frage zu stellen; der Elastizitätsmodul fand sich nämlich im günstigsten Fall aus dem Plattenversuch zu 2900000, aus der Durchbiegung eines Stabes zu 2120000, entsprechend einem Unterschied von 37 v. H. des letzten Wertes, sodass die Nachgiebigkeit der Platte um rund $^1/_3$ kleiner wäre, als die Theorie vermuten lässt. Dieses Ergebnis bedurfte der Aufklärung durch weitere Versuche. Mit der gütigen Erlaubnis des Herrn Baudirektor *v. Bach* habe ich 10 weitere Versuche mit 4 Flusseisensorten ausgeführt und zwar mit vollen und gelochten Kreisscheiben in Stärken von 9 bis 16 mm. Meine Absicht war zu untersuchen, in welchem Mass man der allgemeinen Theorie der Platten Vertrauen entgegenbringen darf.

Dass zunächst nur kreisförmige Scheiben aus Flusseisen geprüft worden sind, in der Mitte belastet und am Rande frei aufliegend, dafür waren im Einzelnen folgende Gründe massgebend:

1. Das *Material*[3]) ist Flusseisen, wie es zu Feuerblechen an Dampfkesseln verwendet wird, also ein Material, für welches Proportionalität zwischen Spannungen und Dehnungen besteht; dies aus dem Grunde, weil die Theorie plattenförmiger Körper unter der Annahme des Proportionalitätsgesetzes entwickelt wird.

Gusseisen war eben darum ausgeschlossen, weil die Möglichkeit bestand, dass Proportionalität zwischen Spannungen und Dehnungen entweder gar nicht oder nur bei niederer Beanspruchung vorhanden sei[4]), und überdies, weil der Wert des Verhältnisses

$$m = \frac{\text{Längsdehnung}}{\text{Querzusammenziehung}}$$

für Gusseisen nicht bekannt ist.

2. Als *frei aufliegend* wurden die Platten geprüft, weil diese Art der Stützung in erster Reihe geeignet ist, Ergebnisse zur Prüfung der Theorie zu liefern. Ein vollkommener Einspannungszustand, für den die Theorie der kreisförmigen Scheibe entwickelt ist, lässt sich mit der vorhandenen Versuchseinrichtung nicht herstellen. Bei unvollkommener Einspannung ist aber der Grad der erreichten Vollkommenheit der Einspannung zunächst ganz unbekannt und kann höchstens aus den Versuchen mit Hilfe der theoretischen Gleichungen berechnet werden — sofern die letzteren selbst als zuverlässig angesehen werden dürfen, und darüber sollte ja erst ein Urteil gewonnen werden.

Durch die Wahl der angegebenen Unterstützung war auch die Art der Belastung durch eine in der Mitte angreifende Einzellast mitbedingt, eine gleichmässig über die Plattenoberfläche verteilte Last dagegen nicht anwendbar.

3. *Kreisförmige* Scheiben wurden geprüft, weil die Wahl elliptischer oder rechteckiger Platten als Versuchskörper die hier gestellte Aufgabe nur verwickelter gemacht hätte wegen der erheblich grösseren Schwierigkeiten, welche die Entwicklung der Theorie dieser Platten in sich birgt. Die Prüfung der Theorie elliptischer und rechteckiger Platten kann naturgemäss erst in zweiter Reihe in Betracht gezogen werden.

Wenn auf der einen Seite neues Versuchsmaterial beizubringen war, so habe ich auf der anderen Seite auch die Theorie der Platten durchgesehen, ob gegen die Fassung derselben vom Standpunkt der Ueberlegung ein Einwand erhoben werden kann. Hierüber ist in einem der nachfolgenden Abschnitte berichtet.

Nach dem ursprünglichen Plan war in Aussicht genommen:

1. die gesamte, bleibende, federnde Durchbiegung der Platten zu messen und die gleichzeitig eintretende Materialanstrengung zu berechnen;
2. die Zugelastizität und
3. die Drehungselastizität zweier senkrecht aufeinander stehender Streifen aus dem Plattenmaterial zu ermitteln — auch um ein Urteil über die Gleichartigkeit des Materials zu gewinnen;
4. das Verhältnis m = Längsdehnung: Querdehnung aus dem Zug- und Schubelastizitätsmodul

$$\left(E = \frac{1}{\alpha},\ G = \frac{1}{\beta}\right)$$

nach der bekannten Gleichung zu berechnen.

Besonderer Verhältnisse halber konnten die Drehungsversuche nicht ausgeführt werden, weshalb die Punkte 3 und 4 wegfallen mussten.

a) Versuchseinrichtung und Versuchskörper.

Die Versuchseinrichtung ist im wesentlichen dieselbe, welche *Bach* entworfen und in der Schrift über die Widerstandsfähigkeit ebener Platten (vergl. Fussnote 1) beschrieben hat.[5]) Die kreisrunden Platten liegen nach einem Kreis von 56 cm Durchmesser frei auf und werden zentrisch belastet. Die Belastung wird mit einer hydraulichen Presse von *Amsler-Laffon* erzeugt, ihre Grösse an der Skala einer offenen Quecksilberröhre abgelesen, wie sie die Firma *Amsler-Laffon* ihren hydraulischen Pressen beizugeben pflegt. Die Flüssigkeit im Presszylinder, die mittels einer Handpumpe auf den erforderlichen Druck gebracht wird, steht nicht unmittelbar mit einer Manometerröhre in Verbindung, sie wirkt zunächst auf einen kleinen Kolben, von dem die Kraft auf einen konaxialen Kolben mit grosser Fläche übertragen wird. Ueber dem letzteren befindet sich erst das Quecksilber; es wird nach Eintritt der Belastung durch den grossen Kolben in der offenen Manometerröhre zum Steigen gebracht und belastet diesen mit einer Druckhöhe, welche an der Skala ersichtlich ist. Der hier beschriebene Differentialkolben ist nichts anderes als eine ungleicharmige Wage, ins Hydraulische übersetzt. Bei der hydraulischen Wage und der Hebelwage ist es für die Genauigkeit der Wägung gleich wichtig, dass die Wage möglichst frei von Reibungswiderständen ist. In dieser Hinsicht hat die Firma *Amsler-Laffon* folgende Einrichtungen getroffen: Der Presskolben ist nicht luftdicht in den Zylinder eingeschliffen, wie das früher gemacht worden ist, es ist vielmehr zwischen beiden ein gewisser Spielraum gelassen. Die Abdichtung erfolgt dadurch, dass der Kolben auf eine lange Strecke im Zylinder geführt ist, wodurch gleichzeitig einem Kanten des Presskolbens entgegengewirkt wird. Immerhin ist der Spielraum so gross, dass von dem dünnflüssigen Mineralöl, mit welchem die Presse nach Angabe der Firma gefüllt werden soll, stets eine wenn auch geringe Menge zwischen Kolben und Zylinder herausquillt, wenn die Flüssigkeitspressung eintritt. Da der Zylinder sorgfältig vertikal gestellt wird, hat man es nur mit Flüssigkeitsreibung zu tun.

Der Differentialkolben ist mit kleinerem Spielraum ausgeführt; um dem Auftreten von Reibungen nach Möglichkeit entgegenzuwirken, kann man dem Differentialkolben bis unmittelbar vor der Messung von Hand eine kleine schwingende Bewegung in Richtung seiner Achse, wie auch um dieselbe erteilen.

Die Belastung kann an der Skala von 10 zu 10 kg abgelesen werden; die Entfernung zweier Teilstriche beträgt 1,2 mm. Die Skalenteilung wurde möglichst gross gemacht, so gross, als es nach den Erfahrungen der Firma *Amsler* angezeigt erschien. Von der Firma war eine Genauigkeit der Druckmessung bis auf 10 kg gewährleistet. Nachdem der Apparat fertig aufgestellt war, wurden auf den Presskolben Gewichte von 20, 40, 60, 80 und 100 kg aufgelegt,

---

[3]) Bezogen von *G. Kuhn* in Berg.

[4]) Bei einem Vorversuch mit einer gusseisernen Scheibe von rund 25 mm Stärke, in der Mitte nach einer Kreislinie von 3 cm Durchmesser belastet, am Rande nach einem Kreis von 56 cm Durchmesser freiaufliegend, ergab sich, nach 3 maliger Belastung innerhalb derselben Grenzen:

Belastung P kg								
600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
Zunahme des Biegungspfeiles mm								
0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	

also mit grosser Annäherung Proportionalität zwischen Belastung und Durchbiegung.

[5]) Abbildung der bei den vorliegenden Versuchen benutzten hydraulischen Presse *C. Bach*, Elastizität und Festigkeit, 4. Aufl. S. 571.

diese Belastungen konnten an der Skala vollständig genau abgelesen werden.

Zur Messung des Biegungspfeils wurde der von *Bach* angegebene und früher benutzte Zeigerapparat verwendet,

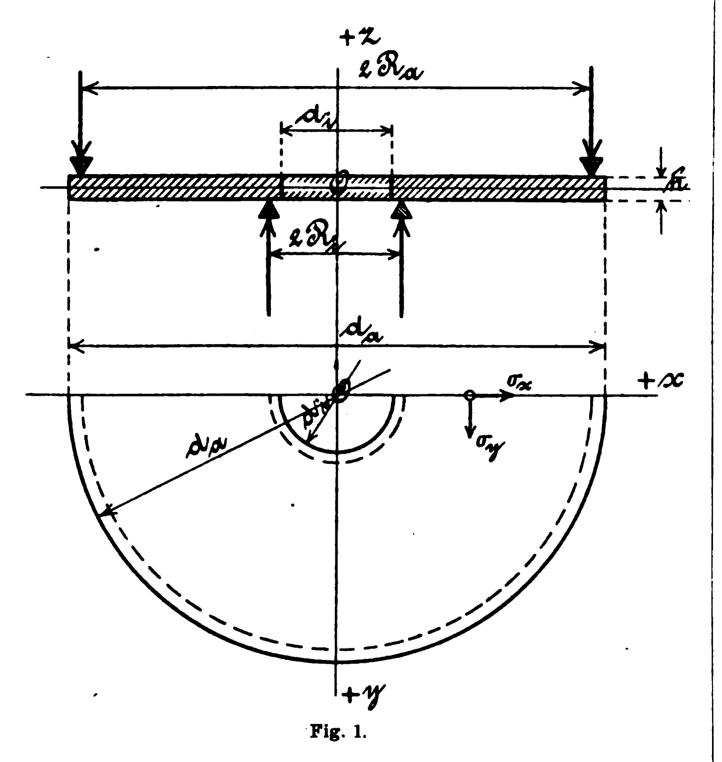


Fig. 1.

der in der Abhandlung über die Widerstandsfähigkeit ebener Platten (s. Fussnote 1) abgebildet und beschrieben ist.

Eine nachträglich vorgenommene Eichung des Instruments ergab, dass es innerhalb des benützten Messungsbereichs die Durchbiegung um 1,27 v. H. zu klein angab. Die aus der Plattendurchbiegung berechneten Dehnungskoeffizienten sind daher entsprechend abgeändert worden.

Der Biegungspfeil der gelochten Platten wurde gemessen, indem ein genau passendes Plättchen mit einem überstehenden Rand in die Bohrung vom Durchmesser d_i (Fig. 1) eingelegt wurde, auf diesem Plättchen ruhte das Instrument zur Messung des Biegungspfeiles.

Der Druck auf die Platten wurde mittels eines Kupferringes von 3 cm mittlerem Durchmesser (bei Versuch I bis VI) bezw. von 6 cm Durchmesser (bei Versuch VII bis X) ausgeübt, welcher auf den Presskolben zentrisch aufgesetzt ist. Dadurch ist der Kraftangriff eindeutig festgelegt, was nicht der Fall ist, wenn der Druck von einem abgerundeten Druckstück ausgeht. Die zuerstgenännte Art des Kraftangriffs entspricht genau den Annahmen der Theorie (vergl. Abschnitt c), derzufolge die Kraft gleichmässig über den Umfang eines Kreises hin verteilt angreift.

Die genaue Festlegung des Kraftangriffs empfiehlt sich weniger mit Rücksicht auf Berechnung des Dehnungskoeffizienten aus der Durchbiegung als mit Rücksicht auf die Ermittlung der Materialanstrengung. Es ist für die Grösse der beobachteten Durchbiegung und des aus dieser berechneten Dehnungskoeffizienten gleichgiltig, ob die Kraft nach einem kleinen Kreisumfang oder über eine kleine Kreisfläche verteilt ist, wenn der Durchmesser derselben nur genügend klein ist im Vergleich zum Durchmesser des Auflagerkreises (vergl. später folgende Gleichung 9) und 13). Für eine genauere Ermittlung der grössten Spannung ist es jedoch erforderlich, auch die Durchmesser des Kreises genau zu kennen, über dessen Umfang sich die Belastung verteilt[6]). Aus diesem Grunde wurde der beschriebene Druckring benutzt.

(Fortsetzung folgt).

[6]) Die Grösse des Druckringhalbmessers R_i ist zufolge der ersten in der Fussbemerkung 13 stehenden Gleichung von grösserem Einfluss auf den Spannungswert als auf die Grösse des Biegungspfeiles.

Die Verbrennungsmotoren auf der Deutschen Städte-Ausstellung in Dresden 1903.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 694 d. Bd.)

Ausser dem 100pferdigen Motor haben *Gebr. Körting* noch einen liegenden Motor von 6 PS ausgestellt, der sein Gas von einer kleinen Anthrazit-Sauggasanlage erhält und mittels Riemen eine doppeltwirkende Pumpe antreibt, die auf einen Springbrunnen mit Wassersparer arbeitet. Die Bauart dieses Motors stimmt mit derjenigen des von *Gebr. Körting* ausgestellten grösseren Motors nahezu überein.

Die Zündung erfolgt jedoch nicht auf elektrischem Wege, sondern durch ein selbsttätig wirkendes, an der Vorderseite des Ventilkopfes befestigtes Glührohr; ein besonderer Deckel mit hohlem, durch Wasser gekühltem Vorsprung ist hier nicht vorhanden.

Die Regelung der Geschwindigkeit erfolgt wieder durch eine im Kanal zwischen Mischventil und Einlassventil sitzende Drosselklappe derart, dass der Motor je nach dem Kraftbedarf mit veränderlichen Füllungen arbeitet.

Den Aufstellungsplan der von der Gasmotorenfabrik *Deutz* in Dresden vorgeführten 60pferdigen Klärschlammvergasungsanlage zeigt Fig. 13; sie besteht aus einem Generator, einer Kondensationsanlage, einem Gasbehälter und dem Gasmotor.

In dem mit feuerfesten Steinen ausgekleideten Schachtofen des Generators wird der nach dem Verfahren von *Rothe-Degener* gewonnene Klärschlamm zunächst durch das bereits entstandene heisse Gas vorgetrocknet und zum Erglühen gebracht, darauf durch unvollständige Verbrennung mit der eingeblasenen Luft in Generatorgas umgesetzt. Der Generator ist oben mit einer Füllöffnung, unten mit zwei Reinigungstüren versehen, durch welche der Raum über und unter dem Rost zugänglich gemacht werden kann. Er ist durch eine Leitung mit einem Kapselgebläse verbunden, welches durch einen kleinen Elektromotor angetrieben wird und dazu dient, die nötige Druckluft unter den Rost des Generators zu blasen. Durch einen Entlüftungshahn kann ein Teil der Druckluft unmittelbar in die Atmosphäre abgelassen und damit die Gaserzeugung geregelt werden.

Die Kondensationsanlage besteht aus einem Staubsammler, in dem sich mitgerissene Kohlenteilchen und Wasser ausscheiden, einer Waschervorlage, welche zur Vorreinigung des Gases dient und gleichzeitig einen Wasserverschluss bildet, um ein Zurücktreten des Gases aus der Leitung zu verhindern, und ferner aus einem Skrubber. Die beiden letzten Apparate sind mit einem ständigen Wasserzufluss versehen.

Der Gasbehälter dient im wesentlichen zum Ausgleich zwischen Verbrauch und Erzeugung des Gases. Unmittelbar vor dem Ein- und Austritt des Gases in den Behälter ist je ein Kondenstopf in die beiden Leitungen eingeschaltet. Ein weiterer Wasserabscheider befindet sich in der Leitung kurz vor dem Eintritt des Gases in den Motor. Je nach der Beschaffenheit des Klärschlammes hat das aus demselben erzeugte Gas einen Heizwert von 850 bis 1000 Wärmeeinheiten.

In anbetracht dieses geringen Heizwertes ist der in Fig. 14 in der äusseren Ansicht dargestellte Motor äusserst kräftig gebaut. Wie auch der aus Fig. 15 ersichtliche Querschnitt des Motors erkennen lässt, sind Einström- und Ausström-

ventil übereinander und leicht herausnehmbar in den Zylinderkopf eingebaut. Das Einströmventil ist noch mit einem Luftschieber und ferner mit dem Gasventil derart verbunden, dass alle drei Organe sich gleichzeitig öffnen und schliessen, womit stets genau proportionale Querschnitte für den Eintritt von Luft und Gas bezw. des Ladungsgemisches in den Zylinder freigelegt werden. Die Regulierung geschieht dadurch, dass der Stützpunkt des Hebels, welcher das Einströmventil öffnet, vom Regulator verstellt wird. Da bei geschlossenem Einströmventil zwischen der als Stützpunkt dienenden Rolle und dem Einströmhebel ein geringer Spielraum vorhanden ist, so kann der Regulator frei spielen. Nur während der Einströmperiode — also während des vierten Teiles eines Arbeitsspieles — wird der Regulatorhebel belastet und der Regulator infolgedessen festgehalten. Die Verhältnisse sind aber so gewählt, dass ein Ausgleiten der Rolle auf dem Hebel nicht stattfinden kann.

Durch diese Art der Regulierung wird unter Aufrechterhaltung des Mischungsverhältnisses der Ladung nur deren Menge und damit deren Verdichtung geändert — somit eine äusserst günstige Brennstoffausnutzung erreicht.

Fig. 16 zeigt schematisch die Stellung der Teile bei voller Belastung des Motors, also bei dem grössten Hube des Einströmventils, Fig. 17 diejenige beim Leerlauf des Motors, wobei der Stützpunkt des Einströmhebels ganz nahe an die Ventilspindel zu liegen kommt, so dass diese nur einen sehr kleinen Hub ausführt.

Der Zylinder ist ein einfaches glattes, leicht auswechselbares Rohr, das sich aus genügend hartem Material von gleichmässiger Dichte herstellen lässt.

Ein näheres Eingehen auf das *Rothe-Degener*sche Verfahren nach welchem der im vorliegenden Falle zur Vergasung kommende Klärschlamm gewonnen wird, dürfte von Interesse sein. Dieses Verfahren bezweckt die organischen Bestandteile der städtischen Abfallstoffe durch das Aufnahmevermögen einer künstlichen Humusschicht unschädlich zu machen. Nach Mitteilungen der *Gasmotorenfabrik Deutz* wird als humushaltiger Stoff zunächst eine in nassem Zustande fein gemahlene Braunkohle verwendet, die mit Wasser vermengt, den zu reinigenden Kanalwässern in Form eines dünnen Breies zufliesst und sich innig mit diesen mischt. Nachdem die Einwirkung eine kurze Zeit stattgefunden hat, wird eine zum

Fig. 13. Klärschlammvergasungsanlage der Gasmotorenfabrik Deutz.



raschen Niederschlagen der noch suspendierten Humusstoffe genügende Menge gelöster Eisen-, Aluminium- und Magnesiumsalze zugeführt.

Der Schlamm wird mit Hilfe eines evakuierten Filterturmes oder Klärbeckens beseitigt. Nach Angabe der Erfinder absorbiert die fein verteilte Braunkohle die fäulniserregenden

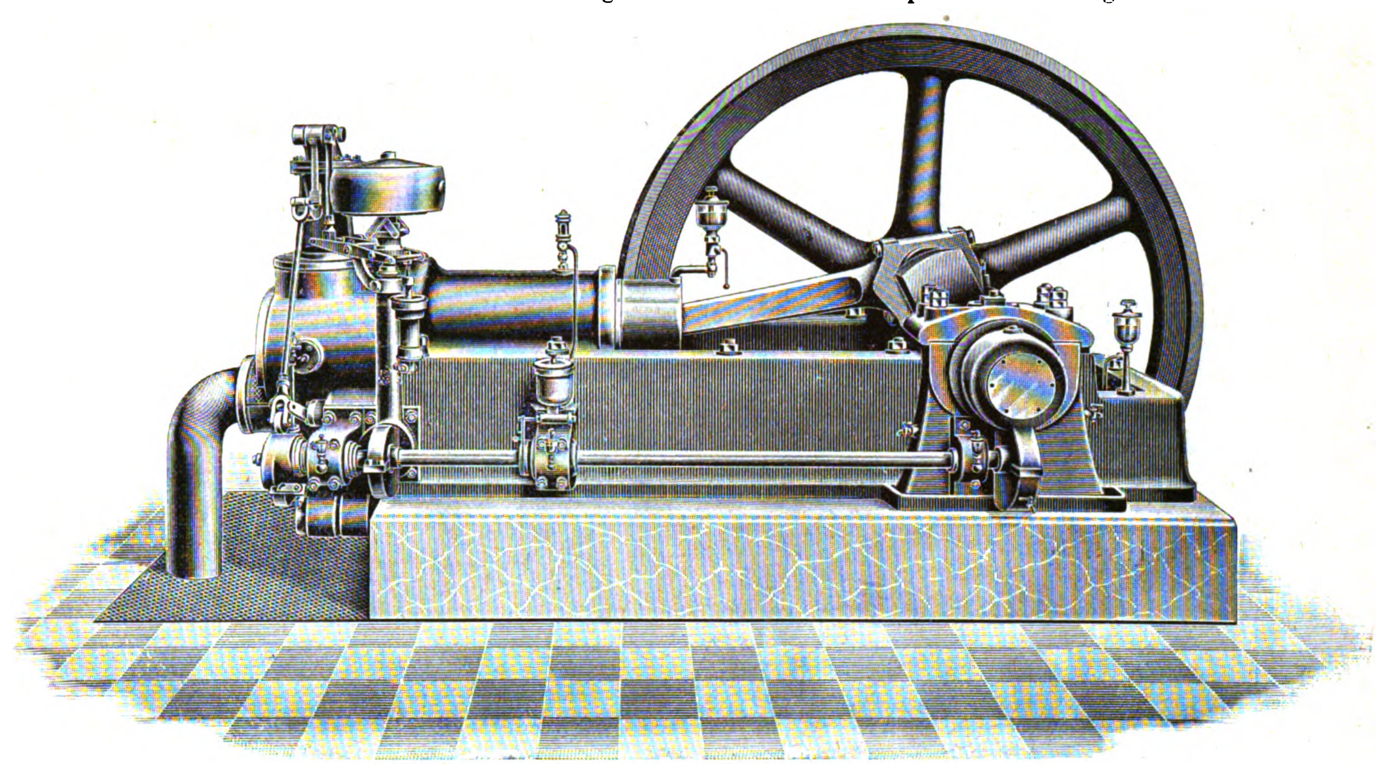


Fig. 14. Gasmotor der Gasmotorenfabrik Deutz.

Stoffe und schlägt sich mit ihnen nieder. Der Zusatz von Salzen soll diese Vorgänge ergänzen bezw. beschleunigen.

Die Vorzüge dieses Verfahrens sind in neuerer Zeit mehrfach betont worden, insbesondere durch die Kana-

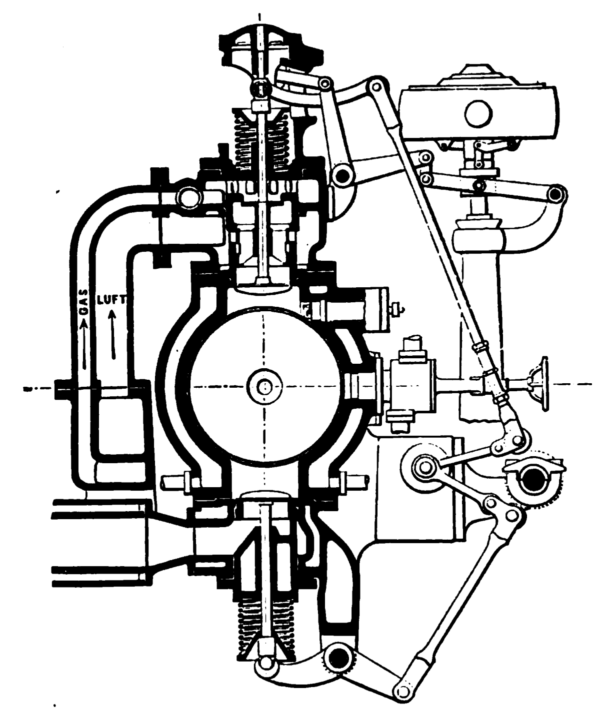


Fig. 15. Schnitt durch den Motor.

lisationskommission der Stadt Cöpenick, welche ausgedehnte Studienreisen zur Besichtigung verschiedener Kläranstalten unternahm. Die Ergebnisse dieser Studienreisen sind in einer Denkschrift „Die Wasserversorgung und Entwässerung der Stadt Cöpenick" niedergelegt und enthalten als Schlussergebnis die Empfehlung des oben beschriebenen Verfahrens.

Wie bedeutend sich das finanzielle Ergebnis einer mittels Gas aus Klärschlamm betriebenen Kraftstation stellt, zeigt das folgende Beispiel.

Es werde eine Stadt von etwa 50000 Einwohnern angenommen, die täglich 4000 cbm Kanalwasser verarbeiten muss und dementsprechend 12000 kg Klärschlamm liefert.

Nach Versuchen der *Gasmotorenfabrik Deutz* lässt sich bei Verwendung eines grösseren modernen Motors durch Vergasung von 2 kg Klärschlamm im Dauerbetriebe eine Leistung von 1 PS/Std. erzeugen, das sind im vorliegenden Falle täglich 6000 PS/Std. Durch Umsetzung von 1 PS/Std. in elektrische Energie werden täglich etwa 0,736 . 0,90 = 0,66 KW/Std. gewonnen. Die Anlage liefert also täglich etwa 4000 oder jährlich (365 Tage) 1460000 KW/Std. elektrischen Strom aus dem Klärschlamm.

Unter der Annahme, dass 15 v. H. der verfügbaren Energie, somit 220000 KW im Jahre vom Anstaltsbetriebe selbst aufgebraucht werden, bleiben jährlich 1240000 KW/Std. zur freien Verfügung.

Hiernach dürfte durch das *Rothe-Degener*sche Kohlebreiverfahren, in Verbindung mit der Vergasung der Schlammrückstände, eine der wichtigsten Verwaltungsfragen unseres modernen Städtelebens nicht nur in sanitärer, sondern auch in volkswirtschaftlicher Beziehung als gelöst zu betrachten sein!

Die von der *Gasmotorenfabrik Deutz* ausgestellte 16 PS Sauggasanlage für Anthrazitbetrieb zeigt Fig. 18. Der Generator *A* ist durch ein oben abzweigendes Rohr mit dem Skrubber *C* verbunden, der wiederum unter Zwischenschaltung eines kleinen Gastopfes *D* an den Motor angeschlossen ist. Ueber dem Generator befindet sich ein mit Doppelverschluss versehener Fülltrichter zur Aufnahme eines Brennstoffvorrates und eine diesen umschliessende, mit Wasser gefüllte Verdampfungsschale, welche durch die strahlende Wärme der glühenden Kohle und durch die Hitze der abziehenden Gase geheizt wird.[2])

Die Schale ist auf der einen Seite durch den Stutzen *e* mit der Atmosphäre verbunden, während sie auf der anderen Seite durch eine Rohrleitung mit eingeschaltetem Hahn *1* mit dem Aschenkasten *g* des Generators in Verbindung steht.

Bei jeder Saugperiode des Motors tritt Luft von aussen in die Verdampfungsschale ein, streicht über den heissen Wasserspiegel, reichert sich hier infolge Verdunstung des

[2]) In Fig. 18 ist der *Doppelverschluss* des Fülltrichters, der je nach Grösse der Anlage verschieden ausgebildet wird, fortgelassen worden.

Wassers mit Wasserdämpfen an und tritt samt diesen durch die glühende Brennstoffsäule des Generators, wobei das Kraftgas gebildet wird.

Der Wasserspiegel in der Schale wird durch beständigen Wasserzufluss dauernd aufrecht erhalten; das überfliessende Wasser tritt durch das Luftrohr in den Kasten unter den

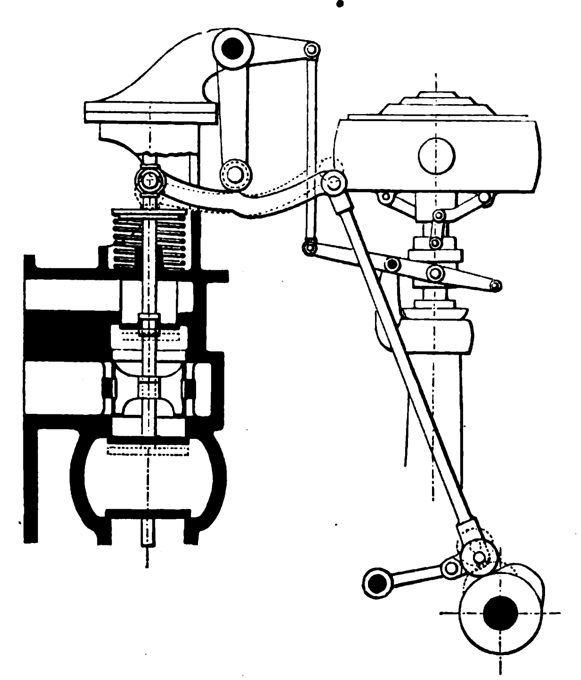


Fig. 16. Stellung bei voller Belastung des Motors.

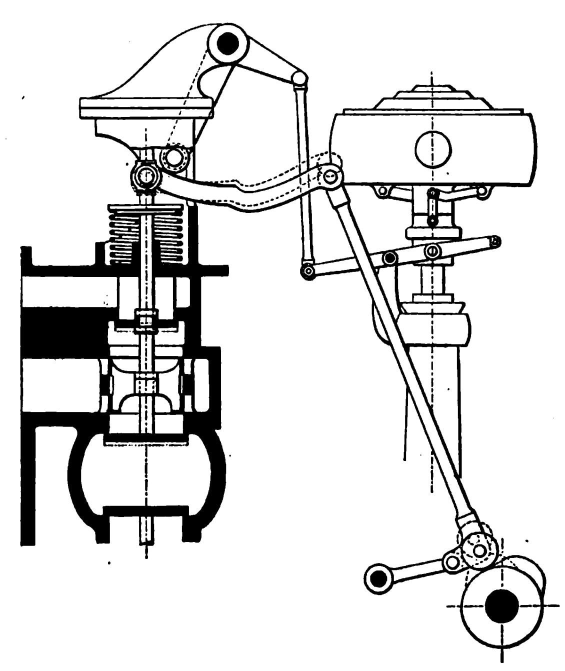


Fig. 17. Stellung beim Leerlauf des Motors.

Rost, wo es ebenfalls verdampft und sowohl zur weiteren Anreicherung der Luft mit Wasserdampf, als auch zur Kühlung des Rostes beiträgt.

Die beschriebene Art der Bildung des Dampfluftgemisches

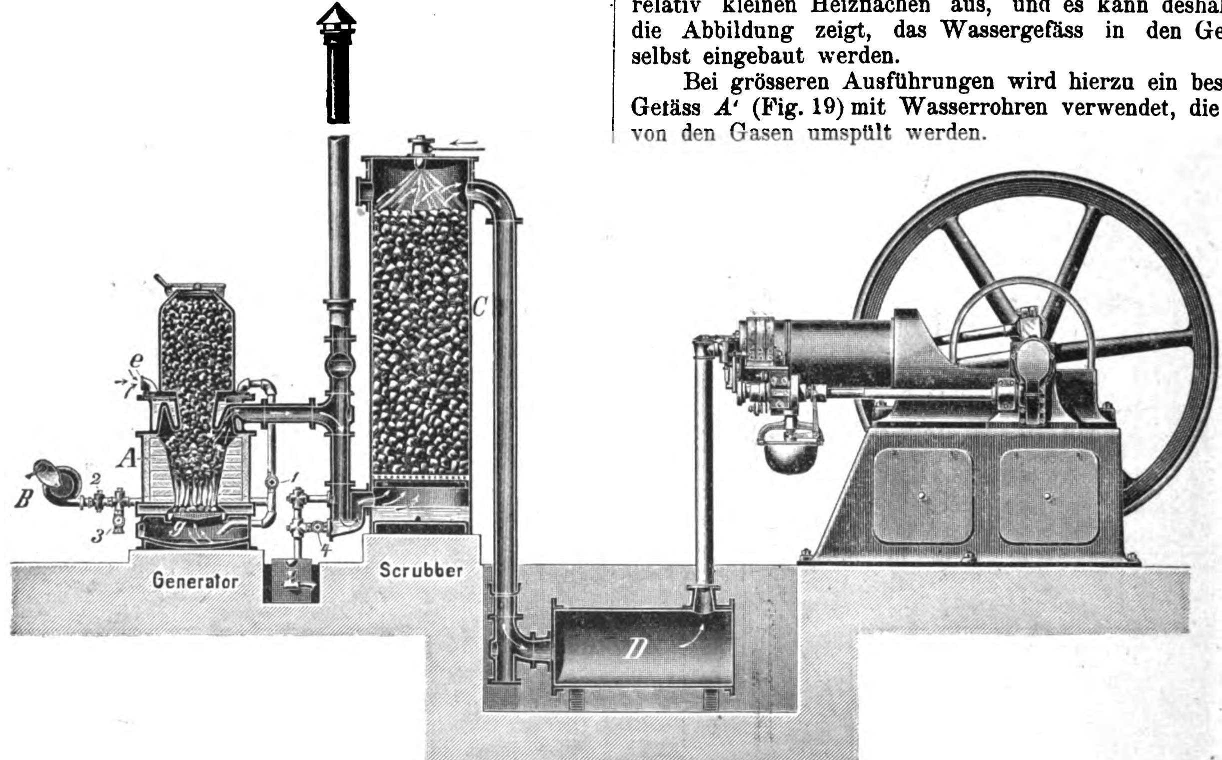


Fig. 18. Sauggasanlage für Anthrazitbetrieb der Gasmotorenfabrik Deutz.

hat den Vorteil einer selbsttätigen Aufrechterhaltung des Mischungsverhältnisses.

Wenn nämlich das Gemisch zu viel Luft enthalten sollte, so wird sich die Temperatur des Generators erhöhen; infolgedessen werden die in dem letzteren entwickelten Gase mit einer höheren Temperatur abziehen und es wird auch die Temperatur des Wassers erhöht, so dass, da nunmehr ein grösserer Teil desselben verdunstet, das Gemisch dampfreicher wird.

Wird andererseits das Gemisch zu dampfreich, so kühlt sich infolge der vermehrten Wasserzersetzung nicht nur der Generator, sondern auch die Oberfläche des in der Schale befindlichen Wassers ab und es wird damit die Wasserverdunstung verringert.

Da bei diesem Verfahren das Wasser nicht auf Siedetemperatur erhitzt zu werden braucht, so kommt man mit relativ kleinen Heizflächen aus, und es kann deshalb, wie die Abbildung zeigt, das Wassergefäss in den Generator selbst eingebaut werden.

Bei grösseren Ausführungen wird hierzu ein besonderes Gefäss *A'* (Fig. 19) mit Wasserrohren verwendet, die aussen von den Gasen umspült werden.

In den Arbeitspausen, insbesondere während der Nacht, wird der Generator mit einem Kamin in Verbindung gebracht, der an das Verbindungsrohr zwischen Generator und Skrubber angeschlossen und durch einen Hahn absperrbar ist. Gleichzeitig öffnet man den Lufthahn *3*



(Fig. 18 u. 19), der den Raum unter dem Roste unmittelbar mit der Aussenluft in Verbindung bringt. Es kann dann während der Betriebspausen ein leichter, natürlicher Luftzug durch den Generator hindurch stattfinden und die Brennstoffsäule unter geringem Abbrande in Glut erhalten werden.

Damit während einer längeren Betriebspause das im Skrubber enthaltene gute Gas durch Diffusion nicht verschlechtert wird, schliesst man während dieser Zeit den Skrubber vom Generator ab. Hierzu dient ein Wasserverschluss, der durch einen Hahn oder eine Klappe *4* (Fig. 18 bezw. 19) geschlossen und geöffnet werden kann.

dieses unterlassen, so tritt das Gas, da es keinen anderen Ausweg findet, bei der gewöhnlichen Anordnung unter den Rost des Generators zurück, mischt sich hier mit Luft und bildet ein explosives Gemenge, dessen Entzündung wegen des dabei auftretenden Geräusches und der unter Umständen herausschlagenden Flamme unangenehme Folgen haben kann.

Diesen Uebelstand vermeidet die *Gasmotorenfabrik Deutz* durch Anbringung eines Rückschlag-Ventiles oder -Wasserverschlusses am Luftsaugerohr *f* (Fig. 19) und ferner eines Ueberdruck-Wasserverschlusses in der Gasleitung.

Der letztere wird dadurch gebildet, dass ein kleines, vom Verbindungsrohr zwischen Generator und Skrubber abzweigendes, in der Abbildung nicht ersichtliches Rohr etwa 10 mm unter den Wasserspiegel des Abflusskastens taucht. Es wird von einem weiteren, in der Abbildung ersichtlichen Rohre *k* umschlossen, das nahezu auf den Boden des genannten Kastens reicht und mit seinem oberen Ende in das Kaminrohr mündet.

Wenn jetzt eine Nachentwicklung von Gas stattfindet, so kann letzteres die Luft nicht mehr aus dem Dampfluftrohre hinausschieben, da der Wasserverschluss bei *f* den

Fig. 19. Sauggasanlage der Gasmotorenfabrik Deutz. (Grössere Ausführung).

Zum Ingangsetzen der Anlage dient der Ventilator *B* (Fig. 18 u. 19), der nach Oeffnen eines in die Windleitung eingeschalteten Hahnes bezw. der Drosselklappe *2* angelassen wird.

Kommt der Motor aus irgend einem Grunde zum Stillstand, so hört die Gasentwicklung zwar im wesentlichen auf, es können aber — namentlich bei Verwendung gashaltiger Kohlen — sich unter Umständen noch kleine Gasmengen nachentwickeln.

Es besteht daher die Vorschrift, beim Abstellen des Motors den Entlüftungshahn *5* (Fig. 19) zu öffnen. Wird

Austritt von Luft hindert; es wird vielmehr dieses Gas die Luftsäule zwischen Rost und Verschluss *f* zusammendrücken. Sowie nun der Verdichtungsdruck auf etwa 10 mm Wassersäulenhöhe angewachsen ist, öffnet sich der Wasserverschluss in der Gasleitung bei *k* und lässt das verdichtete Gemisch in den Kamin entweichen. Es ist leicht einzusehen, dass bei dieser Einrichtung nur noch ganz geringe Gasmengen unter den Rost austreten und infolgedessen Explosionen nicht mehr auftreten können. Die Bauart des zu der Anlage gehörigen Motors bietet nichts bemerkenswertes.

(Fortsetzung folgt.)

Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Fortsetzung von S. 688 d. Bd.).

8. *Verschiedene Papiere und Papierwaren.*

a) *Gefärbte Papiere.*

Trotzdem die Papiermaschine ohnehin schon sich durch eine so grosse Zahl von einzelnen Teilen auszeichnet, dass die Uebersicht gewiss sehr erschwert ist, finden sich auch jetzt fortwährend neue Vorschläge, um gewisse Farbeneffekte, welche nicht durch Färben im Stoff hervorgerufen werden wollen oder können, auf der Papiermaschine durch Einschaltung neuer Teile zu gewinnen.

Ernst Lehmann in Fockendorf benutzt die Nasspartie in der Nähe der Saugkästen, um einseitig gefärbte oder marmorierte Papiere, Pappen und dergl. zu erzeugen. Weil aber dort die Befürchtung besteht, dass die Farben auslaufen, werden sie gemäss D. R.-P. 102448 als Niederschläge hergestellt, dadurch, dass man die üblichen in der Papierfabrikation

angewendeten Harzseifen und dergl. mit dem Farbstoff versetzt, in gewöhnlicher Weise, mit schwefelsaurer Tonerde etwa, ausfällt und dann die Niederschläge mittels geeigneter Vorrichtungen auf die Papierbahn während ihres Laufes in der Nass- oder Trockenpartie der Papiermaschine aufträgt.

In dem D. R.-P. 102145 gibt *Ernst Lehmann* das Auftragen der Farbe von unten an die Papierbahn in dem Raum zwischen der Gautsch- und ersten Nasspresse an, und zwar durch das Sieb hindurch, sei es, dass das Langsieb entsprechend verlängert, oder dass ein kurzes Hilfssieb eingeschaltet wird. *Ludwig Holub* wählt eine der Pressen, um in dem durch den Schaber gebildeten Raum Farbe oder dergl. zuzuführen. (D. R.-P. 115385).

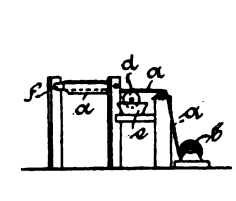
Zwischen den Trockenzylinder und das Satinierwerk legt *Karl Schwedler* nach D. R.-P. 121494 seine Färbevorrichtung, durch welche farbige Längsstreifen hervorgerufen werden sollen. Geeignete Sprühdüsen, welche an ein Rohr, das quer zur Papierbahn eingebaut ist, angeschlossen sind, liefern ununterbrochene Farbströme. Gibt man dem Rohr quer zur Bahn auch noch eine hin- und hergehende Bewegung, so werden die Längsstreifen gewellt.

Am weitesten, bis nahezu zur fertigen Bahn, geht *Wilhelm Brock* im D. R.-P. 114253, indem er durch eine Farbwalze die Farbe auf die um den letzten Trockenzylinder gehende Bahn überträgt. *Brock* hofft hierdurch möglichst wenig Farbe zu verbrauchen, auch zu verhindern, dass die Farbe die Filze verunreinige und in die Abwässer gelange.

Die grosse Mehrzahl der Neuerungen bezieht sich aber auf Verfahren und Vorrichtungen, um getrennt von der Papiermaschine in die fertigen Bahnen oder Bogen die Farbe zu bringen. *Julius Hess* lässt im D. R.-P. 120525 die Pappe, welche beiderseits gefärbt werden soll, zwischen zwei Walzen hindurchgehen, welche an ihrer Umfläche fortwährend durch Farbwalzen die färbende Substanz, wässerige Teerfarbe, zugeführt erhalten. *Gmeiner-Benndorf* spannt die Pappen in Rahmen, welche als Flügel an eine lotrechte Welle in einem Farbe- oder Leimtrog gehängt und im Kreise allenfalls so lange herumgeführt werden, bis die Flüssigkeit genügend weit in die Pappe eingedrungen ist. (D. R.-P. 105490).

Gewebemuster erzeugt *A. B. Sherwood* nach amerikan. Patent 609748 einfach dadurch, dass er die auftragende Walze selbst mit jenem Gewebe überzieht, dessen Muster man zu haben wünscht. *Adolf Lippelt* verbindet nach D. R.-P. 97456 Schablonenteile für das Auftragen von Farbe, hauptsächlich für Tapeten, durch geeignete Bügel, um jedenfalls Linien *ununterbrochen* erzeugen zu können, was des notwendigen Zusammenhanges halber, bei den gewöhnlichen Schablonen häufig nicht möglich ist.

Eine Reihe von Verfahren geht darauf aus, die aufzutragenden Farben tunlichst unveränderlich bezw. unverwaschbar und unverwischbar zu machen. Hierfür wird unter anderen Mitteln mehr und mehr *Kasein mit Formaldehyd*, wie bereits in vorangegangenen Berichten erwähnt[15], empfohlen. Besonders für amerikanische Verhältnisse scheint sich das Verfahren deshalb zu eignen, weil dort der Bezug des Kaseins in ausreichenden Mengen nach vorliegenden Nachrichten leicht und zu nicht übermässig hohen Preisen möglich ist. Darauf bezieht sich das amerik. Patent 653237 von *W. A. Hall*, dem Leiter der „Casein Company of America“ in New York. Er empfiehlt Lösung des Kaseins mittels Ammoniak und nachherigen Zusatz von Formaldehyd. Dieses bringt das Kasein selbst dann nicht zum Gerinnen, wenn so viel zugesetzt wird, dass die Lösung schwach sauer wird. *Hall* empfiehlt als bestes Verhältnis: 90 Teile Kasein, 6 Teile Ammoniak von 36 v. H. Gehalt und 4 Teile Formaldehyd von 40 v. H.



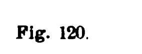


Fig. 120.

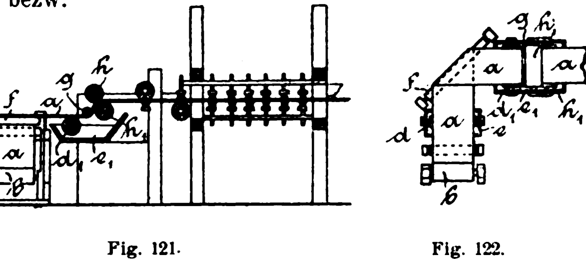


Fig. 121. Fig. 122.

C. H. Voigt gibt im D. R.-P. 96155 ein Bindemittel für Streichfarben an, welches sehr rasche Arbeit gestattet. Das Bindemittel wird gebildet aus 100 Teilen Stärke oder Pflanzenschleim mit etwa 2 Teilen festem Aetzkali und 3 bis 500 Teilen Wasser, welche unter Druck bis auf 110 bis 200 Grad erhitzt werden. Buntdrucke sollen mit diesem Mittel ohne Unterbrechung aufeinanderfolgend erzeugt werden können. Uebrigens befördert auch Eiweiss bei den Druckfarben das Trocknen und erhöht den Glanz der Farbe.

Abwaschbare Tapeten oder andere Buntpapiere können nach dem Verfahren von *W. Jakoby*, D. R.-P. 99222 dadurch hergestellt werden, dass die Papiere mit Barium- oder Kalciumnitrat angefeuchtet und darauf mit einem Gemisch der Farbe mit durch Alkalien (Aetznatron) behandelter Stärke jeder Art, sowie Alaunlösung bedruckt oder gestrichen werden.

Eine eigentümliche Auftragvorrichtung empfiehlt *F. W. Feld* in Barmen nach D. R.-P. 112430. Die zur Auftragung der Flüssigkeit dienende Walze ruht auf einem Schwimmer in der Flüssigkeit. Dadurch kann diese weitgehend ausgenützt werden, weil mit der Verminderung der Flüssigkeit der Schwimmer mit der Auftragwalze sich selbsttätig senkt.

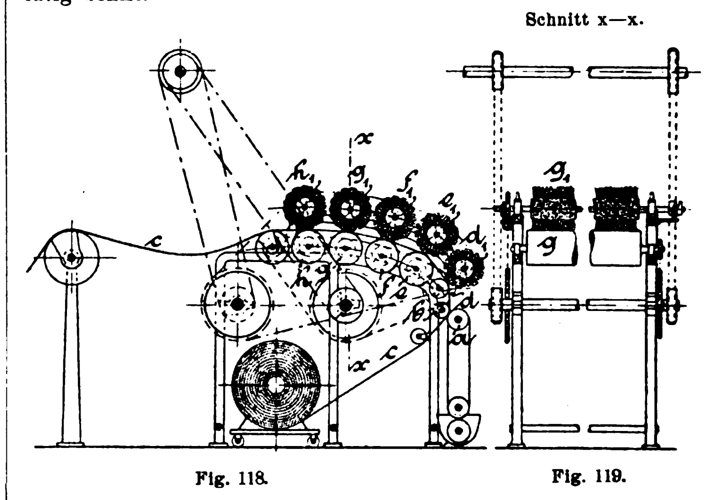


Fig. 118. Fig. 119.

Statt der heute häufigen, gewöhnlichen prismatischen Bürsten zum Verstreichen von nasser Farbe auf Papierbahnen nimmt *H. Gmeiner*-Benndorf nach D. R.-P. 110328 Walzenbürsten. Auf die Papierbahn *c*, Fig. 118 u. 119, wird von dem bei *a* herantretenden Farbtuch die Farbe abgegeben und zwar rasch, nachdem die Bahn durch die Gegenwalze *b* gehalten ist. Darauf wird sie sogleich von der grobborstigen Verreibbürste d_1 mit Gegenwalze *d* bearbeitet. Mit den Messingwalzen *e*, *f*, *g*, *h* arbeiten zusammen bezüglich die Bürstenwalzen e_1, f_1, g_1, h_1 mit langen Schweinsborsten, bis auf die Walze h_1, welche mit Dachshaaren ausgestattet wird. Während die Walzen umlaufen, erhalten auch die Bürstenwalzen noch eine achsiale Verschiebung.

Auf den ersten Blick ähnlich angeordnet ist die Streichmaschine von *Julius Wagner* in Zweibrücken nach D. R.-P. 116818. Nur haben wir hier wieder prismatische Bürsten, welche in einem gemeinsamen Rahmen eingelegt sind, der, und mit ihm die Bürsten, gleichzeitig von dem Zylinder, welcher als Unterlage für das Verstreichen dient, abgehoben, oder an denselben herangeschoben werden können. Hierfür dienen bequem angelegte Exzenter. Bei der älteren, sonst ganz ähnlich gebauten Maschine von *Flinsch*, die sich übrigens durch eine einfache, hauptsächlich in Leitketten bestehende, selbsttätige Einführung der Bahn auszeichnet, ist dagegen der Zylinder, auf welchem das Papier während des Verstreichens läuft, in der Höhenlage stellbar, näher oder weiter von den Bürsten.

Ganz interessante Vorschläge für *zweiseitige Streich-*

[15]) Vergl. D. p. J., 1898, **310**, 176.



maschinen finden wir in dem D. R.-P. 118779 von *W. H. Waldron* in New-Brunswik und im D. R. G.-M. 135898 von *Friedrich Müller* in Potschappel. *Waldron* lässt die Papierbahn *a*, Fig. 120—122, von der Rolle *b* gegen die erste Auftragwalze *d* im Trog *e* gehen. Dann wird die Bahn um die schiefgelegte Wendewalze *f* gegen die zweite Auftragwalze d_1 im Trog e_1 geleitet, wo auch die zweite Seite der Bahn mit Farbe versehen wird, worauf hinter der Leitwalze *g* die Presswalzen *h*, h_1 die überflüssige Farbe herausdrücken und in den Trog c_1 zurückfliessen lassen. Darauf folgen Bürsten in ganz bekannter Art und Weise, um die Farbe zu verstreichen. Zweiseitig streichende ältere Maschinen von *Flinsch* ähneln vielfach der *Waldron*-Maschine.

In der Maschine von *Müller*, Fig. 123, werden Kartonbogen zweiseitig gestrichen. Sie werden bei *a* von Hand eingeführt, erhalten bei *b* das Talkum, welches durch die hin- und hergehende weiche Bürste *c* verrieben wird. Walzen und Bürsten verschiedener Art sorgen für das Weiterschreiten der Bogen, beziehungsweise für das Glänzen derselben. Die Umkehrtrommel *d* liefert die Bogen dann auf die untere Bürstengruppe, wo ganz so, wie vorhin geschildert, die zweite Seite der Bogen bearbeitet wird. Die zweite Wendetrommel *e* übergibt die fertigen Kartonblätter einer Bandleitung, welche die Blätter zum Ablegetisch bringt.

der mit den Abwässern fortfliesst, muss man dann aber jedenfalls tragen. Zur Nachahmung beliebiger Steinarten gibt man wohl auch grobe vegetabilische oder animalische Fasern hinzu. Auch bei dem sogenannten *Ingrain-Papier* werden grobe Fasern, die wasserecht gefärbt werden, zu einer Art Musterung benutzt. Man kann hierzu nach dem D. R.-P. 123597 der *Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning* in Höchst Holzschliff, Zellstoffe oder andere Faserstoffe mit direkt ziehenden Baumwollfarbstoffen nach den in der Baumwollfärberei üblichen Methoden färben und verwenden. Man kann solcherart selbst tiefe Färbungen auf den verschiedensten Papierstoffen herstellen, ohne gefärbte Abwässer zu bekommen. Selbstredend ist auch Melierung in jedem Grade leicht erhaltbar. *Ingrainpapiere* greifen sich wollig an, lassen sich gut bedrucken und können auch als Ersatz der französischen *Ingrespapiere* beim Zeichnen mit Kohle, Kreide, Röthel und Pastell gut benutzt werden.

Irisierendes Papier wird erzeugt durch Ueberziehen des Papiers mit einer sehr dünnen Schicht von harziger Beschaffenheit. *Piette* in Freiheit führt das Verfahren nach dem britischen Patent 25620/1898 in der Weise aus, dass Papier mit einer dünnen Schicht von Harz, Firnis oder Gummi arabicum bestrichen und nach genügender Trocknung mit einem sehr feinen Pulver aus Dextrin, Stärke oder Asbest

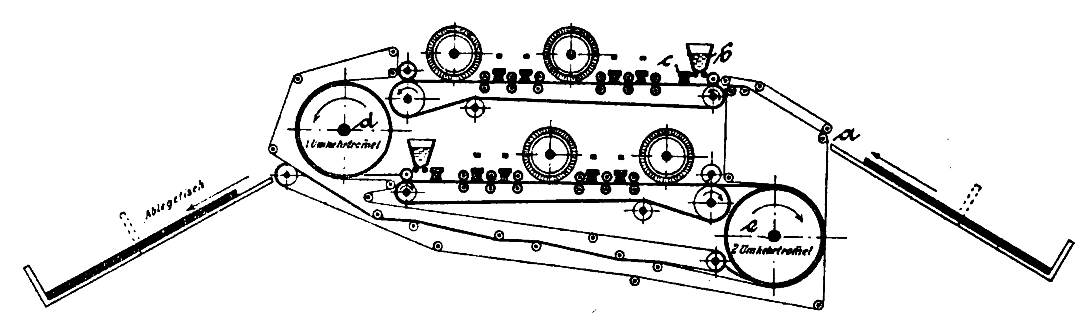


Fig. 123.

bestäubt wird. Im auffallenden Lichte zeigt solches Papier, je nach der Neigung zu den Lichtstrahlen, verschiedene Farbentöne. Nach dem Verfahren von *Musgrave* wird Papier gestrichen, und zwar mit einer Masse aus einer geeigneten Farbe in einem Absud gepulverter Galläpfel und einer Aufschlämmung von Seemoos, am besten isländisches Moos, in Wasser. Bringt man so bestrichene Bogen oder endlose Bahnen in eine Kammer, wo das Papier Ammoniakdämpfen ausgesetzt ist und trocknet, sowie glättet man dann rasch, so entsteht durch die Wirkung der Ammoniakdämpfe eine äusserst zarte, irisierende Haut.

Für das saubere Aufwickeln der gestrichenen Bahnen sind Farbknötchen u. dgl., sowie Unregelmässigkeiten besonders in den Rändern der Bahnen recht unangenehm. Um dem abzuhelfen, lässt *Gmeiner*, Benndorf nach D. R.-P. 110248 die Bahn unmittelbar vor dem Aufwickeln durch Press-, beziehungsweise Glättwalzen gehen. Durch dieses Satinieren wird dann das glatte Aufwickeln von Bunt- (Chromo- und Glanz-) Papier erzielt.

Für das *Marmorieren in Bahnen* wird von *Leistikow* im D. R.-P. 115201 das folgende Verfahren vorgeschlagen. Auf den Spiegel des in einem Bottich befindlichen Wassers tropfen Farbteilchen und breiten sich aus. Sie werden durch eine, durch geeigneten Zu- und Abfluss eingeleitete Strömung, allenfalls auch durch auf die Oberfläche geblasene Luft gegen eine in das Wasser halb eintauchende Walze getrieben, um welche die Papierbahn geleitet wird und, so auch in das Wasser tauchend, Farbe von der Oberfläche des Wassers mitnimmt. Vorgeschaltete Gitter tragen zur Musterung bei. Bei dem D. R.-P. 97392 von *W. Hughes* wird durch einen Siebboden Farbe auf das Marmorierwasser gebracht und durch das mittels Walzen über die Farbe geleitete Papier abgehoben.

Um bei dem Bronzieren des Papiers den Glanz tunlichst zu erhalten und doch kein Bronzepulver ungenützt zu verlieren, wird nach dem D. R.-P. 120987 von *J. J. Erwand* in Binnig das Bronzepulver aus einem umschlossenen Behälter mittels eines Luftstromes entnommen, in geschlossenem Rohr bis an eine Austrittsöffnung geführt, an welcher die mit Klebstoff versehene Papierbahn knapp vorüber streicht, und von dort unmittelbar die Luft an die Eingangsstelle zurückgesaugt, so dass die Luft eigentlich einen Kreislauf ausführt, für welchen etwa Ventilatoren die notwendigen Druckunterschiede hervorrufen. Für Hochglanz müssen natürlich Friktionskalander angewendet werden.

Glimmerpapier wird nach dem Verfahren von *Dr. H. Zilles*, D. R.-P. 116710, am schönsten dadurch erzeugt, dass man dem Stoff vor Auflaufen auf die Papiermaschine bereits eine bestimmte Menge Glimmer zusetzt. Den Verlust des Glimmers,

Leuchtende Farben auf Papier werden gewöhnlich durch Schwefelbarium oder andere Schwefelverbindungen erzeugt. Wie die „Farbenzeitung 1899“ angibt, werden jene Verbindungen durch wolframsauren Kalk in ihrer Wirkung wesentlich übertroffen. Dieser wird in Form feiner Krystalle durch Aufstreuen auf eine Leimschichte an den Leuchtflächen befestigt.

Transportieren und Trocknen von gefärbten Bogen oder Bahnen macht oft nicht unwesentliche Schwierigkeiten. *L. Dejonge* führt nasse Bogen so durch die Trockenpartie, dass sie sich nicht werfen und biegen können, D. R.-P. 95435. Hierzu werden sie während des Transportes beständig durch Tücher oder Bänder wagerecht gehalten.

A. Scheufelen in Oberlenningen-Teck wendet nach den D. R.-P. 98677, 99604 und 111992 Luftströme an, um das gestrichene Papier recht sanft zu fassen. Durch geeignete Düsen wird warme Trockenluft gegen die Papierbahn in der Bewegungsrichtung derselben geblasen. Dadurch wird das Papier nicht bloss genügend getrocknet, sondern auch so lange schwebend erhalten, bis das Papier gefahrlos Umflächen der Fortbewegungsvorrichtung berühren kann. Durch Versuche ist festgestellt worden, dass der *oberhalb* der Bahn geschickt geführte Luftstrom ausreichen kann, die Bahn zu tragen. Nach D. R.-P. 111992 wird die untere Düse als eine Art Mantel für die Führungswalze gestaltet.

Als ein Gegenstück zu der auf Seite 688 dieses Aufsatzes besprochenen Vorrichtung von *Gmeiner*, teilweise in

Uebereinstimmung mit dem Zweck der soeben besprochenen *Scheufelen*schen Vorkehrung, wendet *Wilhelm Scriba* nach D. R.-P. 103212 eine vielfach geschlitzte Transportwalze an. Aus dem Inneren derselben wird durch ein geeignet gerichtetes und abgedichtetes Segment Luft geblasen, um das darüber streichende Papier schwebend zu erhalten.

Bei der Einrichtung von *A. Schwarz* nach D. R.-P. 96847 wird das zu befördernde Papier von Stachelbändern getragen, um auf diese Weise möglichst wenige Stellen zu haben, wo das Papier (photographisches Papier) in dem Ueberzug verletzt werden könnte.

b) Photographische Papiere.

Bei diesen handelt es sich einerseits um ein ausgezeichnetes Rohpapier, andererseits um das Auftragen von Schichten, welche die Lichtempfindlichkeit gewährleisten. Es ist wirklich das vollkommenste, was man an Eigenschaften für das photographische Rohpapier fordern muss. Die Fasern (nur solche aus Hadern sind tauglich) müssen die denkbar gleichmässigste Verfilzung besitzen, so dass im durchfallenden Licht ein durchaus gleichmässiges Bild sich ergibt. Dabei muss das Papier soweit wie irgend möglich eisenfrei, überhaupt frei von allen Verunreinigungen sein. Ohne ausreichende Mengen weitgehend eisenfreien Wassers, ohne reine Luft geht es also überhaupt nicht, solche Papiere zu erzeugen. Alle Gefässe und Maschinenteile, welche mit dem Papier in Berührung kommen, müssen aus anderen Rohstoffen als Eisen hergestellt sein. Es ist daher begreiflich, wenn nur wenige Fabrikanten sich auf die Herstellung eines so heiklen, ausgewählten Produktes verlegen, ja dass lange Zeit die beiden, dann vereinigten Firmen: *Steinbach & Co.* in Malmedy und *Blanchet Frères & Kleber* in Rives so zu sagen ein Monopol für solches Papier erlangt haben. Durch die Preissteigerung der Fabrikate dieser Art veranlasst, wurden aber doch nunmehr anscheinend von Erfolg gekrönte Versuche gemacht, um auch anderwärts brauchbare Photographie-Rohpapiere zu erzeugen. Die *Chemische Fabrik auf Aktien*, vorm. *E. Schering* insbesondere, ist mit Versuchen sehr erfolgreich gewesen, wenn auch andere deutsche und auch eine amerikanische Fabrik vieles erreicht haben. Es seien noch genannt *Felix Schöller* in Burg Gretesch und *Gustav Röder & Co.* in Marschendorf, Böhmen. Möglicherweise bewährt sich auch das Verfahren von *Dr. Dreher* nach D. R.-P. 122886. Darnach wird bereits im Holländer, wenn mit viel freiem Harz geleimt wird, Wachs, Paraffin u. dgl. zugesetzt, um gegen Lösungen undurchlässiges Papier zu erzeugen. Das Barytieren solchen Papiers wäre dann überflüssig. Ergänzt ist das Verfahren durch D. R.-P. 123297. Vergl. die Leimung nach *Dreher* auf S. 243 d. Berichtes.

Die lichtempfindliche Emulsion, deren Beschaffenheit zu besprechen wohl auf ein anderes Gebiet gehört, kann dann entweder unmittelbar auf das Rohpapier gebracht werden, oder man gibt vorher eine Unterlagsschicht, welche das Eindringen der Emulsion in das Rohpapier verhindert. Als eine solche Zwischenschicht hat man Baryt als ganz vorzüglich erkannt. Auch die hierfür notwendigen Rohstoffe müssen so rein wie irgend möglich sein. Man mischt und knetet Baryt mit Leim, man härtet mit Alaun oder auch Formaldehyd und macht geschmeidig mit Glyzerin. Allenfalls färbt man auch an. Das Papier wandert dann durch den Kalander und wird gerollt versendet. Man benützt Barytpapier als Unterlage zu Chlor-, Brom- und Jodsilber-Emulsionen, wobei diese nicht immer in derselben Fabrik aufgetragen werden, in welcher barytiert wird. *Schering* hat den Betrieb vereinigt und wird dort nach vorliegenden Urteilen ganz vorzügliches Celloidin-Papier erzeugt. Die bezüglichen Streichmaschinen lehnen sich begreiflicherweise an die in der Buntpapierfabrikation bekannten, müssen aber den besonderen Anforderungen entsprechend peinlich sorgfältig ausgeführt sein. So liefern etwa die Firmen *Flinsch* in Offenbach, *Köbig* und *Frenzel* in Dresden u. a. dafür geeignete Maschinen. Zur Charakterisierung sei nur beispielsweise hervorgehoben, dass *Frenzel* Riemenantrieb zur Geschwindigkeitsänderung (Konustrieb) vermeidet, um Staubentwicklung hintanzuhalten, und die lichtempfindliche Emulsion in regelbaren Mengen auffliessen lässt. Eine solche Auffliessvorrichtung ist z. B. jene von *Thilmany* in Charlottenburg nach D. R.-P. 99343, wobei auch einzelne Bogen überzogen werden können und Substanzverlust durch Auffangen des zwischen den aufeinanderfolgenden Bogen ablaufenden vermieden wird.

Erwähnt sei, dass *Thornton* und *Rothwell* nach D. R.-P. 121593 auf die wasserdicht gemachte Rückseite des photographischen Papiers eine Schicht zum Entwickeln, Fixieren u. dgl. aufstreichen. Dass lichtempfindliche Auftragungen im lichtgeschützten Raum zu geschehen haben, ist wohl klar, ebenso wie der Umstand, dass der Transport der gestrichenen Papiere so vorsichtig wie möglich vorzunehmen ist. Es sei in dieser Richtung auf die bereits früher besprochenen Vorkehrungen verwiesen.

c. Imprägnierte und wasserdichte Papiere.

Um *Papier feuersicher zu machen*, schlägt neuerdings *Stefan Nickelmann* in Charlottenburg nach D. R.-P. 124409 vor, mit einer Lösung von schwefelsaurem Ammonium zu imprägnieren. Dieses ist aber sehr löslich, weshalb die Gefahr besteht, dass es in seiner Wirksamkeit schon durch die Feuchtigkeit der Luft sehr beschränkt wird. Deshalb soll das Ammoniumsulfat in Gestalt eines Metall- (Magnesia-) Doppelsulfates angewendet werden. Auch Borsäure kann noch hinzutreten.

Um Asbestpappen kolloidale Kieselsäure einzuverleiben, wodurch die Qualität für manche Zwecke verbessert wird, bildet *Graham* nach D. R.-P. 117796 einen Kieselsäureniederschlag in der Pappe während ihres Entstehens. Es wird nämlich während des Aufwickelns der einzelnen Schichten auf der Formatwalze an jede Schicht durch eine an der Umfläche mit einer Lösung von Kieselsäure versehene Walze fortwährend diese Lösung in die Pappe gebracht, worauf nach etwa einer halben Umdrehung durch analog zugeführtes Natriumbikarbonat das Ausfällen der Kieselsäure veranlasst wird.

Mit Paraffin oder anderen leicht schmelzbaren Stoffen tränkt *Josef Rudolf* in Gera nach D. R.-P. 112943 Papier in der Weise, dass jene Stoffe in einer Zentrifuge mit Wasser sehr fein gemischt, emulgiert werden, um die Tränkung zu ermöglichen. Dann wird das Wasser verdampft, die Tränkungstoffe schmelzen und dringen in die Fasern, wodurch wasserdichte Ware erzeugt wird.

Nach den D. R.-P. 108704 und 116138 schlägt *Julius Post* in Hamburg in gewissem Sinne einen, dem gewöhnlichen entgegengesetzt verlaufenden Weg zum Tränken von Papier vor. Statt zuerst zu tränken und dann auszupressen, wird das Papier vorerst in Schichten gepresst oder straff zusammengerollt, worauf man die Tränkungsflüssigkeit unter einem besonderen Vakuum oder unter Druck eintreten lässt. Dadurch soll erreicht werden, dass überhaupt nicht mehr eindringt, als nach der Pressung darin bleiben würde. Selbstredend braucht man nicht bis zur Sättigung gehen, sondern kann früher unterbrechen.

Das bereits Bd. 310, S. 193 besprochene Verfahren von *A. W. Andernach*, zur Herstellung von Dachpappe, ist durch Vorkehrungen, welche in den D. R.-P. 112629 und 122893 geschützt worden sind, weiter ausgebildet worden. Um den Ueberschuss an Imprägniermasse vor dem Gebrauch zu entfernen, setzt man die imprägnierte Pappe in Paketen oder Rollen, auch einzeln, Temperaturen von mindestens 70 Graden aus, wodurch die flüssig werdende, überschüssige Imprägniermasse abtropft. Man kann auch in geschlossenen Gefässen auf solche Pappe einen Druck ausüben und auch leicht flüchtige Teile entfernen. Nachdem höhere Temperaturen als 70 Grad wohl unter normalen Verhältnissen für Dachpappe nicht in Frage kommen, ist die in der geschilderten Weise vorbehandelte Pappe wesentlich brauchbarer. Statt des gewöhnlichen Teers wird von *Andernach* zum Imprägnieren von Dach-, Isolier-Pappe u. dgl. das dickteerige, bis asphaltartige Stearinpech mit Paraffin, Leinöl u. a. Beimengungen empfohlen, je nach dem Zweck, welchem die Pappe dienen soll. Solche Pappe kann man anstandslos, ohne Gefahr des Nachdunkelns, hellfarbig anstreichen.

Die Dachpappenfabrik *C. W. Christiani* in Itzehoe wendet bei der Teerpappen-Imprägnierung Dampfheizung an, statt der früheren Herdfeuer, wodurch sehr gute Erfolge erzielt worden sind.

Wilhelm Höpfner gibt im D. R.-P. 103899 eine Art Heisswasserheizung an, um die Presswalzen für die Herstellung von Dachpappe fortwährend ausreichend warm zu halten, wobei das Heisswasser durch die hohlen Walzen geht.

Ludwig Hatschek mischt nach D. R.-P. 101435 für die Herstellung von Dachpappe gepulverten Asphalt bereits im Holländer oder in der Bütte innig mit dem Fasermaterial (auch Asbest). Das auf der Pappenmaschine erzeugte Produkt wird dann in geheizten Kalandern getrocknet, wodurch sich das beigemengte Bitumen dem Fasermaterial gleichmässig mitteilt. Der Erfinder hofft, dass auf diese Weise die Pappe, stark zusammengepresst, erhöhte Widerstandsfähigkeit erlangt. *Sohége* will Schrumpfen der Dachpappe nach D. R.-P. 118961 durch Zusatz von Lohe, Bimsstein, Hanfspinnabfall u. dgl. verhindern.

Einseitig geteerte Dachpappe erzeugt *J. E. Christensen* nach D. R.-P. 97894 und 119360. Er will vermeiden, dass sich die Pappe mit der Holzunterlage verklebt, wodurch gegenseitige freiere Beweglichkeit und daher längere Lebensdauer für die Pappe zu erwarten ist. *Christensen* nimmt gewöhnliches Packpapier und klebt mit Kleister Jutegewebe darauf. Dieses wird dann mit einer in flüssigen Teer eingerührten Mischung von Sägemehl, gepulvertem Ziegelstein und Zement bestrichen. Nach des Erfinders Angabe soll nur das Gewebe begierig diese Tränkungsflüssigkeit aufnehmen, während sie durch das unter dem Gewebe befindliche Papier nicht dringt, sodass dieses aussen glatt bleibt und auf der Dachverschalung nicht haftet. Nach dem zweiten Patent werden Papier und Jute gar nicht verklebt.

Ch. Macbair wendet zum Wachsen oder Paraffinieren des Papiers einen Wachs- oder Paraffin-Zylinder an, welcher, in einem Schlitten gelagert, durch ein Gewicht an die Auftragwalze angedrückt wird, wodurch Wachs usw. von den Auftragbürsten bei ihrer Drehung aufgenommen wird. Dabei erhält auch die Wachswalze entsprechende Drehung, um an der Berührungsstelle nur eine kleine relative Geschwindigkeit entstehen zu lassen, wodurch ein schonenderer Verbrauch an Wachs gewährleistet ist. Die Bürste trifft dann nicht immer an dieselbe Stelle der Wachsmasse, erhitzt diese also nicht so sehr, wodurch das Wachs fester bleibt.

In Ergänzung des Verfahrens, Papier wasserdicht zu machen, gibt die *chemische Fabrik auf Aktien*, vorm. *E. Schering*, an, dass nach der Tränkung mit Leim-, beziehungsweise Gelatine-Lösung auch andere Aldehyde, als Formaldehyd angewendet werden können. Besonders eignet sich Acetaldehyd und Akrolein.

Dieselbe Fabrik erzeugt nach amerikan. Patent 602558 wasser- und fettdichtes Papier aus imitiertem Pergament dadurch, dass man das fertige Papier in eine Lösung von Schiessbaumwolle (beispielsweise in Essigäther) taucht. Das Lösungsmittel erweicht auch die Papieroberfläche derart, dass das nach dem Verdunsten des Lösungsmittels bleibende Schiessbaumwollhäutchen auf der Papieroberfläche ungemein fest haftet und sich nicht durch Wasser, sogar nicht durch schwache Säuren, weglösen lässt. Das verdunstete Lösungsmittel kann aufgefangen und wieder benutzt werden.

Thornton und *Rothwell* machen Papier wasserdicht durch Imprägnieren mit einem Gemisch von fett- und harzsauren Zinksalzen und Benzol. Entweder streicht man eine aus diesen Stoffen bestehende Paste auf oder man imprägniert im flüssigen Zustande, wenn man einen Ueberschuss des Lösungsmittels anwendet. Solches Papier soll vollkommen wasserdicht, das Imprägnierungsmittel unsichtbar sein und das Papier nicht durchscheinender machen, als es vor der Behandlung war. Auch kann man das Papier noch nach Bedarf mit einem weiteren Ueberzug versehen. *W. Painter* gibt wasserdichten Strich durch eine Mischung von Kleber mit Glyzerin. Amerikan. Patent 619336. Bei gewöhnlicher Temperatur getrockneter Kleber wird mit Glyzerin gemengt und dann erhitzt, wodurch der Kleber wasserabstossend und das Gemenge zu einem wasserdichten Anstrich geeignet werden soll. Man erhitzt bis zu 120 Grad. Auch *Hansel* und *Hornung* nehmen nach amerikan. Patent 658437 zum Wasserdichtmachen Kleber oder Eiweis, hierzu aber auch noch Kautschuk, Guttapercha und Leinöl-Firnis, allenfalls auch noch fäulniswidrige Stoffe.

Besonderes Interesse beansprucht das sogenannte, neuester Zeit in Wettbewerb getretene *Pegamoid*. Einem Jahresberichte der Handelskammer Elberfeld ist zu entnehmen, dass nach Erfahrungen in Frankreich und England Pegamoid für Möbel- und Wand-Ueberzüge als Ersatz für Leder von weitgehender Bedeutung ist. Pegamoid ist ein Papier mit einem eigentümlichen, wasserdichten Ueberzug und kann oberflächlich so appretiert werden, dass man tatsächlich Leder vor sich zu haben meint. Es erreicht ganz besondere Festigkeit, wenn man als Grundlage nicht Papier, sondern Gewebe nimmt. Der Ueberzug besteht im wesentlichen aus einer Lösung von Celluloid in Kampher-Spiritus und enthält auch noch Rizinusöl, gebleichten Schellack, Mastix u. dgl. Auch Viskose wird als Zusatz genannt. In der Tapetenfabrikation, bei wetterfesten Plakaten u. dgl. leistet Pegamoid vorzügliche Dienste.

Das vegetabilische Pergament ist in der Regel an der Oberfläche matt, was darauf schliessen lässt, dass trotz der eigentümlichen Veränderung, welche in den Papierfasern durch Behandeln mit Schwefelsäure u. dgl. vorgegangen ist, das Papier noch recht rauh ist. *J. Eiselstein* schlägt nun im amerikan. Patent 621603 vor, das Pergament noch weiter zu imprägnieren, beziehungsweise zu streichen. Eine erste Schicht aus Dextrin, Chinaclay, Stärkezucker und Wasser soll die Poren ausfüllen und Griff geben. Nach dem Trocknen wird eine weitere Schicht aus Wachs, Wasserglas, Talkum, Oel und Glyzerin aufgetragen und kalandert. Solches Pergament ist weich, glänzend und spiegelglatt. Nach den D. R.-P. 110268 und 124638 macht *Balzer Piepgras* in Düsseldorf vegetabilisches Pergament zum Beschreiben und Zeichnen geeignet. Er erreicht dies dadurch, dass das Pergament mit Glyzerin getränkt und dann mit einer Alaunlösung, sowie tierischem oder pflanzlichem Leim behandelt wird. Auch Tonerde oder eine färbende Masse kann zugesetzt werden.

(Schluss folgt.)

Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie und der photochemischen Reproduktionsverfahren.

Von **J. M. Eder** und **E. Valenta**.

(Fortsetzung von S. 655 d. Bd.)

Mikrophotographie.

Einen interessanten Artikel über *„Praktikable Mikrophotographie“* veröffentlicht *C. H. Potter*[39]. Der Autor benützt für schwache Vergrösserungen das *Auer*licht (im photochemischen Laboratorium der k. k. graph. Lehr- und Versuchsanstalt wird für diesen Zweck seit langer Zeit *Auer*licht verwendet. Anm. d. Refer.) Für starke Vergrösserungen bei grossem Cameraauszug wendet er Kalklicht an, welches er dem elektrischen Bogenlicht weit vorzieht (dürfte nur gelten, wenn man keine ruhig brennende Lampe zur Verfügung hat).

A. L. Clement veröffentlichte eine Broschüre: *„La Photomicrographie“*, Paris bei *Ch. Mendel*, ferner veröffentlichten *F. Monpillard*[40]) und *L. Mathet*[41]) Werke über diesen Gegenstand.

A. C. Scott empfiehlt für mikrophotographische Momentaufnahmen von lebenden Mikroorganismen seine Einrichtung,

[39]) Journ. of Mikrophotogr. Bd. **III**, S. 683 und 753 ff.

[40]) La Microphotographie, Paris, 1899.

[41]) Troité protique de Photomicrographie, Le Microscop et son aplication en la photographie des infinèment petits Paris, Ch. Mendel.



welche in einer unter dem Experimentiertische befindlichen Bogenlampe, deren Licht mittels parabolischem Hohlspiegel auf eine in die Tischplatte eingelassene Kondenserlinse fällt und von dieser dem Objektivtische oder dem senkrecht aufgestellten Mikroskop zugeworfen wird. Zur Ermittlung des richtigen Momentes der Aufnahme ist ein Sucher vorhanden, welcher in einer kleinen Camera besteht, die unter rechtem Winkel angebracht ist und in welche das Licht durch ein Prisma reflektiert wird, das auf einer als Momentverschluss funktionierenden Metallscheibe sitzt.[42])

James Wallace[43]) *färbt* durchsichtige, schwer photographierbare *Präparate mit Pikrinsäure in Chloroformlösung* und verwendet bei den Aufnahmen als Lichtfilter, blaues Kobaltglas.

R. & J. Beck[44]) in London konstruierten einen *„neuen Kondensator"*, welcher bei guter Achromatisierung eine Apertur = 1 . 4 besitzt und einen vollständig aplanatischen Lichtkegel gibt. Er besteht aus vier Linsen und es kann, wenn es sich um schwache Vergrösserungen handelt, die Frontlinse entfernt werden; desgleichen konstruierte *Gillet* einen neuen Kondensator mit Feineinstellung.

E. Valenta[45]) empfiehlt die kleinsten Nummern der *Steinheilschen Ortostigmate*, f = 50 mm, *zu mikrophotographischen Aufnahmen* in jenen Fällen, wo es sich um schwache Vergrösserungen handelt.

Sehr gut geeignet für diesen Zweck haben sich die *Mikroaplanate* der Firma *C. Zeiss* in Jena bewährt, wenn schwächere Vergrösserungen gewünscht werden; nur empfiehlt es sich in diesen Fällen, das Objektiv, das ohne Blende scharf zeichnet, nicht abzublenden. (Die Referenten erhielten ohne Blendung bessere Resultate als mit stark abgeblendeten Objektiven.[46])

Ein *neuer Objekthalter (Universalcentriertisch)* für Mikrophotographie in auffallendem Lichte ist von *Benno Wandolleck* beschrieben worden.[47]) Der Apparat dient bei Aufnahmen mit schwacher Vergrösserung.

Fr. Müller beschreibt in der Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie (Bd. **17**, S. 163) eine *Drehscheibe als Diapositivträger für Projektionszwecke.* Kleine *Projektionsapparate für mikroskopische Präparate* unter Verwendung von Bogenlicht konstruierten *C. Reichert* in Wien, *Schmiedt & Hänsch* in Berlin, *Leitz* in Wetzlar, *W. Müller* in Wien u. a.[48])

Für empfindliche Präparate müssen diese Apparate mit besonders sorgfältig eingerichteten Kühlvorrichtungen versehen sein. Als Kühlflüssigkeit wird gewöhnlich Wasser oder Alaunlösung benutzt. Dr. *Neuhaus* empfiehlt zu diesem Zwecke eine angesäuerte, etwa 5prozentige Lösung von Ferrochlorid, wodurch man imstande sein soll, die Temperatur so weit herabzusetzen, dass selbst empfindliche Präparate im Brennpunkte des Strahlenkegels nicht durch die Wärme leiden.

M. Cogit beschreibt einen *mikrophotographischen Apparat*, welcher in einer auf das Mikroskop aufgesetzten Camera besteht. Im Innern des Apparates befindet sich ein totalreflektierendes Prisma, welches von aussen verstellt werden kann, so dass es bei der ersten Stellung die aus dem Tubus kommenden Lichtstrahlen in ein unter 90° zur Cameraachse angebrachtes Okular wirft, das zur Einstellung dient. Zur Aufnahme wird das Prisma gedreht, worauf die Lichtstrahlen die Platte treffen und die Aufnahme erfolgt.[49])

Waugh und *Mac Farland* empfehlen für Aufnahmen von Blüten u. dergl. *Apparate mit senkrechter Camera.*[50]) Die oben beschriebene Einstellvorrichtung benimmt diesen Instrumenten das Unbequeme, welches sie für den damit Arbeitenden sonst haben.

Sensitometrie, Spektralanalyse, unsichtbare Lichtstrahlen.

Auf dem Gebiete der *Sensitometrie* liegen Arbeiten von *J. M. Eder* vor. Derselbe begründet in ausführlicher Weise das System der Sensitometrie photographischer Platten mittels des *Scheiner*sensitometers unter Zuhilfenahme von Schwärzungsmessungen[51]) und beschreibt in einer zweiten Abhandlung über diesen Gegenstand[52]) eine Verbesserung des Diopters bei *Scheiners* Benzinlampe. Diese Lampe brennt, wie der Genannte nachwies, sechs bis acht Stunden völlig konstant. Die chemische Helligkeit einer *Scheiner*lampe fand *Eder* = 0,076 Hefnereinheiten, während die optische 0,089 solcher Einheiten gleichkommt.

Zur Prüfung von Trockenplatten empfiehlt *Chapman Jones* ein „Sensitometer", welches aus 25 quadratischen Feldern von abgestufter Dichtigkeit und je vier farbigen Feldern neben einem Streifen Neutralgrau besteht. Vier dieser Quadrate lassen Licht durch, welches einem bestimmten Spektralbezirke angehört. Ausserdem ist noch ein Quadrat mit Strichzeichnung vorhanden, über welcher ein Halbtonnegativ liegt. Mit dem kleinen Apparate lassen sich Prüfungen von gewöhnlichen und orthochromatischen Platten, Farbenfiltern u. s. w. vornehmen.

Der Apparat wurde von *J. M. Eder*[53]) untersucht und dessen Angaben auf die weitaus genaueren des *Scheiner*schen Sensitometers bezogen, so dass mit Hilfe der *Eder*schen Zahlen die *Chapman Jones*schen Grade leicht ohne weiteres in *Scheiner*sche „Grade" umgewandelt werden können.

K. Schaum schrieb über elektrochemische Actinometer.[54])

Bringt man an eine Platinelektrode ein Gemisch aus einem Oxydationsmittel mit den umkehrbar aus diesem entstehenden Reduktionsmittel, so ist die Potentialdifferenz an der Platinelektrode, wie Verfasser gezeigt hat,[55]) gegeben durch die Gleichung

$$\pi = K \ln z \frac{C_i}{C_o}$$

in welcher K und z von der chemischen Natur der Stoffe, sowie von der Temperatur abhängige Konstanten, C_i und C_o die molekularen Konzentrationen der Oxyd-, resp. der Oxydulionen bedeuten.

Nun werden bekanntlich mehrwertige Oxydionen unter der Einwirkung des Lichtes durch das Anion der Oxalsäure in Oxydulionen unter Bildung von Kohlendioxyd übergeführt, wie z. B.

$$2\,Fe^{+++} + (COO)_2^{--} \rightarrow 2\,Fe^{++} + 2\,CO_2$$

Taucht man in eine derartige Lösung eine Platinelektrode, so wird deren Potential beim Belichten nach der angeführten Formel sinken, und es ist ersichtlich, dass solche Gemische am geeignetsten sind, bei denen die Oxydulverbindung eine erhebliche Löslichkeit besitzt.

Nach Versuchen, welche *Schaum* in Gemeinschaft mit *R. von der Linde* ausgeführt hat, lässt sich für diese Messungen am besten eine neutrale Lösung von Kaliumferrioxalat verwenden. Die durch Belichtung bewirkten Potentialänderungeu an Platinelektroden wurden mit Hilfe einer Normalelektrode ($Hg \mid Hg\,Cl$ 0,1 n. KCl) bestimmt.

J. M. Eder[56]) untersuchte mittels quantitativer Spektralanalyse das Absorptionsspektrum von zwei als Farbenfilter benutzten Lösungen, nämlich von Kupfersulfatammoniak (25 g $Cu\,SO_4$ unter Zusatz von NH_3 gelöst und die Lösung auf ein Liter gebracht) und Kaliummonochromat (40 g f. d. Liter). Das blaue Kupferfilter lässt wesentlich nur jene Strahlen durch, welche der Eigenempfindlichkeit des Bromsilbers entsprechen; das Chromfilter lässt nur Strahlen durch, welche der Farbensensibilisierung orthochromatischer Platten entsprechen. Durch Anwendung der sensitometrischen

---

[42]) Journ. of Appl. Microscopy Bd. **III**, S. 397.
[43]) Micr. Boll. Bd. **XVI.**, S. 32.
[44]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1901, S. 310.
[45]) Photogr. Korresp. 1902.
[46]) Anm. der Ref.
[47]) Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie Bd. **18**, S. 1.
[48]) Beschreibung und Zeichnungen dieser Apparate siehe Eders Jahrb. f. Photogr. 1901, S. 312 ff.
[49]) Bull. Soc. Photogr. Franc. 1901, Januarheft und Amateur-Photogr. Bd. **33**, S. 181.
[50]) Not. Gosette Bd. **30**, S. 204.
[51]) Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Abteil. II, Nov. 1899.
[52]) Ibid. Dec. 1900.
[53]) Photogr. Corresp. 1901, S. 430.
[54]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 128.
[55]) Zeitschr. f. Elektrochemie Bd. **5**, S. 316 (1899).
[56]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien Bd. **110**, II, 1103 bis 1124 (11. Juli 1901).



Methoden mit *Hefner*licht und Vorschalten dieser Lichtfilter kann man die relative Farbenempfindlichkeit photographischer Platten messen. Für Erythrosinplatten ist das Empfindlichkeitsverhältnis von blau zu gelb etwa 1 : 4 bis 1 : 5 (für *Hefner*licht; Benzinlicht verhält sich ähnlich). — Ferner bestimmte der Genannte aufs neue die Empfindlichkeitsmaxima für Bromsilbergelatine, Jodsilbercollodion und Chlorsilbergelatine. Desgleichen wurde die Sensibilisierungswirkung bestimmter Eosinfarbstoffe (Eosin, Erythrosin, Rose bengale) auf verschiedene photographische Schichten in dem Bereich der Untersuchungen einbezogen und endlich die chemische Helligkeit der Wallrathkerze mit jenen der Amylacetatlampe verglichen.

E. R. Laird photographierte das Absorptionsspektrum des Chlors.[57]) Ueber Funkenspektren erschien ein Werk von *G. A. Hamsalech*: „Recherches expérimentales sur les spectres d'étincelles.“ Paris 1901.

C. B. Drossbach[58]) untersuchte ultraviolette Absorptionsspektren der Lösungen von Säuren und Salzen, welche Lichtabsorption im Ultraviolett bewirken. In farblosen Lösungen wird die Absorption durch die Anionen bewirkt, daher zeigen alle farblosen Nitrate gleiche Absorption, während die Sulfate derselben Metalle auch im Ultraviolett farblos sind. Die Silicate von Metallen, deren Jonen nicht absorbieren, scheinen im reinen Zustande völlig farblose Gläser zu geben.

P. G. Nutting[59]) stellt auf photographischem Wege Untersuchungen über Reflexion und Transmission von ultraviolettem Lichte durch Metalle und andere Substanzen an. Er fand z. B., dass versilberter Quarz, welcher für optische Strahlen undurchlässig, noch durchlässig für Lichtstrahlen von $\lambda = 310 - 340\,\mu\mu$ ist. Festes Cyanin reflektiert das Licht metallisch für das sichtbare Spektrum, nicht aber für Ultraviolett. — Manche farblose Petroleumsorten reflektieren stark Ultraviolett.

[57]) Astrophysical Journ. 1901, No. 2.
[58]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. **35**, S. 91—93.
[59]) Physical Review 1901, S. 193.

V. Schumann[60]) zeigte unter Benutzung des Vakuumspektrographen, dass reiner Wasserstoff für das äusserste Gebiet ultravioletter Strahlen vollständig lichtdurchlässig ist.

Ueber Absorption von Jod und Bromlösungen im Ultraviolett stellte *W. Demmering*[61]) Untersuchungen an. Er beobachtete das Spektrum von $\lambda = 361$ bis $\lambda = 214\,\mu\mu$ und fand, dass die Absorptionsspektren nichtleitender Halogenverbindungen von Fall zu Fall verschieden sind. Dagegen stimmen diejenigen Lösungen mit Jodion unter sich vollständig überein, ebenso solche mit Bromion. Chlorion absorbiert in dem untersuchten Gebiet nicht.

Ueber die Dispersion der Jenaer Gläser im Ultraviolett liegt eine Arbeit von *H. Trommsdorf*[62]) vor, auf welche wir verweisen müssen.

Gase, welche von Kathodenstrahlen durchsetzt sind, werden ionisiert, und ist die Jonisation bei Strahlen von gegebener Intensität dem Drucke des Gases proportional. Bei gleichem Drucke ist sie von der Natur des Gases abhängig (*J. C. Mac Lennan*).[63])

Becquerel stellte Beobachtungen über das Strahlungsvermögen von Uran bei sehr niederen Temperaturen an. Er fand, dass die Uranstrahlung bei Temperaturen der flüssigen Luft unverändert bleibt. Derselbe Autor zeigte seiner Zeit, dass bei Erzeugung eines Niederschlages von Baryumsulfat in einer Lösung von Uranchlorid der Niederschlag stark radioaktiv wird, während die Radioaktivität des zurückbleibenden Uransalzes stark abnimmt. Nach öfterer Wiederholung der Fällung ist das Uransalz fast ohne Aktivität, erhält dieselbe aber nach Verlauf eines längeren Zeitraumes (18 Monate) fast vollständig wieder.[64])

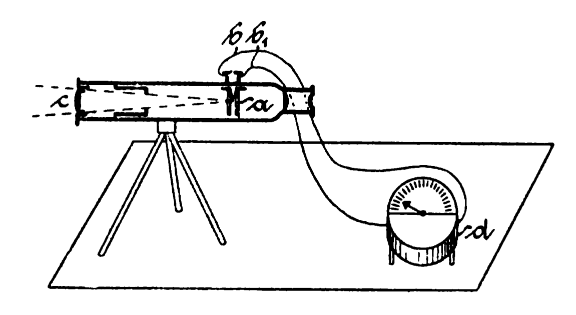
(Fortsetzung folgt).

[60]) Zeitschr. f. physik. Chemie, Bd. **39**, S. 378.
[61]) Zeitschr. f. physik. Chemie, Bd. **36**, S. 744.
[62]) Inaugural-Dissertation, Jena 1901.
[63]) Zeitschr. f. physik. Chem., Bd. **37**, S. 513—545.
[64]) Compt. rend. Bd. **133**, S. 199—202.

Kleinere Mitteilungen.

Férys optisches Pyrometer.

Die Kenntnis der Temperatur, auf welche ein Körper erhitzt ist, hat für die Industrie immer grössere Bedeutung gewonnen und ist für einige Zweige derselben, insbesondere für die keramische Industrie und verwandte Gebiete, von der allergrössten Wichtigkeit. Die Folge davon ist, dass der Konstruktion von Apparaten, die hohe Temperaturen zu messen gestatten, grosse Aufmerksamkeit geschenkt worden und eine ganze Reihe von Apparaten entstanden ist, die diesem Zwecke dienen. Für niedere Temperaturen, etwa



bis 500° C., kann diese Aufgabe als gelöst bezeichnet werden und auch die Temperaturen bis zu etwa 1600° C. kann man mit praktisch genügender Genauigkeit messen. Weiter darüber hinaus Temperaturen mit einiger Sicherheit festzustellen, war man indessen bis jetzt noch nicht in der Lage, weil alle gebräuchlichen Pyrometer, mögen sie nun auf der Ausdehnung eines Metalls oder der Sinterung des Tones, der Aenderung der elektrischen Leitfähigkeit eines Drahtes, der Ausdehnung eines Gases oder aber dem Auftreten von thermoelektrischen Strömungen zwischen zwei Metallen beruhen, das gemeinsam haben, dass sie an die Stelle gebracht werden müssen, deren Temperatur gemessen werden soll, und so ihrer Verwendbarkeit eine Grenze durch den Schmelzpunkt der angewandten Materialien gesetzt ist. Diesem Uebelstande unterliegen die in neuester Zeit konstruierten, optischen Pyrometer, die auf den Gesetzen der Strahlung eines erhitzten Körpers beruhen, nicht, da sie gestatten, die Temperatur eines Körpers zu messen, ohne dass das Messinstrument mit dem erhitzten Körper in Berührung kommt. Das von *Wanner* konstruierte Pyrometer, welches auf rein optischen Grundsätzen beruht, indem es photometrisch die Intensität der Strahlung in Rot eines hocherhitzten Körpers mit Hilfe eines Polarisationsapparates mit der einer Probeglühlampe vergleicht, erfordert einige Geschicklichkeit und Uebung in seiner Anwendung. Wesentlich geringere Anforderungen in dieser Beziehung stellt das von *Féry* konstruierte, optische Pyrometer mit thermoelektrischem Fadenkreuz.[1])

Die prinzipielle Grundlage für dieses Pyrometer bietet das *Stefan*sche Gesetz, *„nach dem die von einem Körper abgestrahlte Wärmemenge der 4. Potenz der absoluten Temperatur proportional ist.“* — Der in nebenstehendem Schema dargestellte Apparat besteht im wesentlichen aus einem Fernrohr, welches als Objektiv eine bikonvexe Linse *c* aus Flussspat enthält, durch welche die von dem erhitzten Körper ausgesandten Wärmestrahlen gesammelt werden. Im Brennpunkt befindet sich die Lötstelle *a* eines Fadenkreuzes aus sehr dünnen Drähten b, b_1 von Eisen und Constantan, einer Legierung aus 40 v. H. Nickel und 60 v. H. Kupfer. Der infolge der eintretenden Erwärmung von der Lötstelle ausgehende thermoelektrische Strom wird bei Apparaten für wissenschaftliche Zwecke einem Spiegelgalvanometer nach *Deprez* zugeleitet und bringt dieses zum Ausschlagen. Die aus den beobachteten Ausschlägen berechneten Temperaturen stimmen auf etwa 1 v. H. mit den aus dem *Stefan*schen Gesetz hergeleiteten überein. —

Für technische Zwecke ist die eben beschriebene Ausführung des Pyrometers nicht gut verwendbar, weil Flusspatlinsen von der erforderlichen Grösse nicht leicht zu beschaffen sind und weil das

[1]) Le Génie Civil 1903 No. 5.

*Deprez*galvanometer für den Transport nicht besonders geeignet ist. Für technische Betriebe wurde deshalb ein Apparat konstruiert, bei dem die Flusspatlinse durch eine solche aus präpariertem Glas, und das *Deprez*galvanometer durch ein Millivoltmeter *d*, ähnlich dem bei dem Pyrometer von *Le Châtelier*, ersetzt wurde. Da das Glas einen nicht unerheblichen Teil der Wärme absorbiert, ist es nötig, die Skala des Apparates durch Vergleichung mit einem solchen der vorher beschriebenen Art zu eichen. —

Verwendet wird der Apparat derart, dass man das Fernrohr nach dem erhitzten Gegenstande richtet, resp. nach einer Oeffnung des Ofens etwa, dessen Temperatur gemessen werden soll und die Arretur des Millivoltmeters löst. Der Ausschlag der Nadel auf der geeichten Skala gibt dann unmittelbar die Temperatur des betreffenden Gegenstandes an. Mit Hilfe dieses Apparates wurde die Temperatur zwischen den Elektroden einer Bogenlampe, die etwa 3200° C. beträgt, gemessen, ebenso wurden interessante Regelmässigkeiten in der Temperatursteigerung bei der durch Destillation vorgenommenen Trennung von Kupfer und Zink beobachtet.

Dr. Hgr.

Fallwerk für Schlagzugversuche.

Schlagzugversuche haben bisher im Materialprüfungswesen nur wenig Anwendung gefunden, hauptsächlich wohl weil es an geeigneten Versuchseinrichtungen fehlte. Einen recht sinnreichen Apparat für solche Versuche, der gleichzeitig auch die Ausführung gewöhnlicher Schlagversuche gestattet, finden wir im „Génie Civil" 1903, S. 355 beschrieben. Er soll im Laboratorium der Universität Purdue (Ver. Staaten) in Benutzung sein und ist seiner ganzen Konstruktion noch wohl weniger für praktische Materialprüfung als zum Studium von Schlagzugwirkungen gebaut.

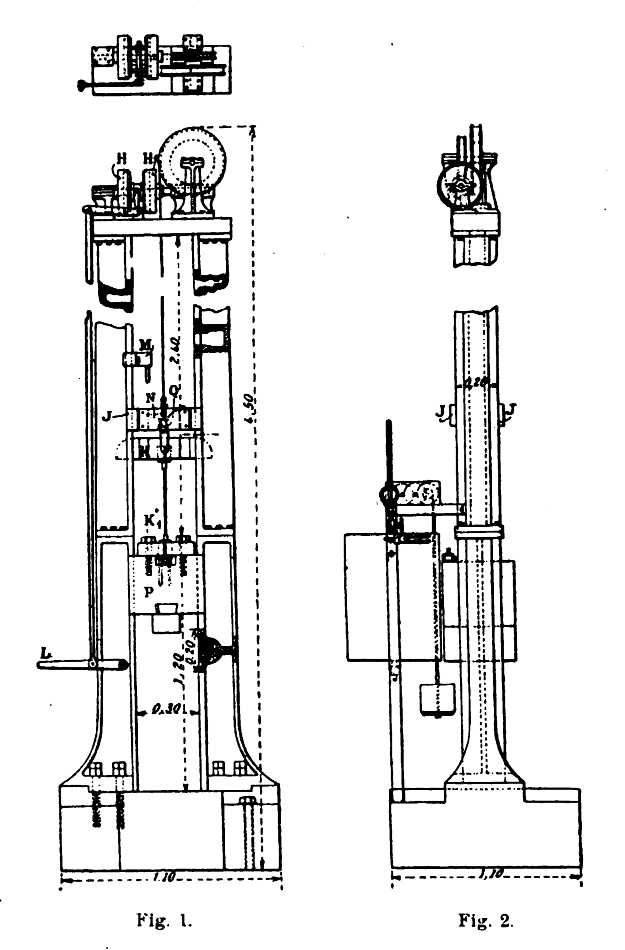


Fig. 1. Fig. 2.

Die Versuche werden mit Stahldrähten von 13 mm Durchmesser und 20 cm Länge ausgeführt und die Gewichte der zur Wirkung kommenden Massen sind so gewählt, dass Drähte der genannten Abmessungen mit einem Schlage zum Bruch gebracht werden. Die normale Schlagarbeit beträgt etwa 500 mkg.

An Hand der Skizzen (Fig. 1—4) sei der Apparat in den Hauptzügen beschrieben. Die Enden des Versuchsstabes werden mit Hilfe von Beisskeilen in den Querhäuptern K und K_1 (Fig. 1) aus Stahlguss festgespannt. Das obere Querhaupt K ist mit dem Haken Q (Fig. 1—4) in dem Gehänge J eingehängt. An dem unteren Querhaupt K_1 ist mittels Schraubenbolzen das Gewicht P von 234 kg befestigt. Die Gleitbahn für Querhäupter und das Bärgewicht bilden zwei aus Profileisen hergestellte, etwa 3,60 m hohe Säulen, die auf einen Gusseisensockel von rund 2 t Gewicht aufgebaut sind. Ober- und Unterteil beider Säulen sind, wie aus Fig. 1 ersichtlich, in der Querschnittsform verschieden; die Oberteile haben **U**förmiges, die Unterteile **T**förmiges Profil. Die Breitenabmessungen beider Profile hingegen sind gleich, damit die ganze Höhe für den Versuch ausgenutzt werden kann.

Das aus dem Gehänge J ausgelöste Querhaupt K, dessen seitliche Gleitflächen in das **U**förmige Profil eingepasst sind, wird beim Herunterfallen an der Verbindungsstelle beider Profile auf die **T**förmige Querschnittsfläche der unteren Säule aufschlagen, wodurch die lebendige Kraft des Gewichtes P als Zugkraft am Probestab zur Wirkung kommt. Der an dem Gewicht befestigte Schreibstift verzeichnet hierbei auf einer in Umdrehung gesetzten Schreibtrommel eine Schaulinie. Die Ordinaten der letzteren sind durch die Formänderung des Probestabes gegeben, die dieser vom Augenblick des Aufschlagens des Querhauptes K bis zu seinem Bruch erfährt, während die Abszissen von der Geschwindigkeit abhängig sind, mit der das Gewicht P im Vergleich zur Umdrehungsgeschwindigkeit der Schreibtrommel vom Augenblick des Stosses bis zum Bruch bewegt wird. Zur Messung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Schreibtrommel, die mit grosser Genauigkeit geschehen muss, da es sich nur um Bruchteile von Sekunden handelt, ist an der Trommel eine Stimmgabel angebracht, deren einer Arm mit einer Kupferspitze auf dem Papier der sich drehenden Trommel die Schwingungen der Gabel aufzeichnet. Die Drehung der Trommel geschieht durch ein Räderwerk, dass durch ein angehängtes Gewicht angetrieben wird. Je nach der Länge des Versuchsstabes kann die Trommel auf ihrer Achse verschoben und befestigt werden.

Zur Ausführung des Versuchs wird zunächst die an der einen Gleitschiene verschiebbare Knacke M auf die beabsichtigte Fallhöhe eingestellt und dort befestigt. Durch Betätigung des Hebels L wird dann das Windwerk, welches auf dem oberen, gusseisernen Verbindungsstück der beiden Gleitschienen steht, in Betrieb gesetzt. Das Windwerk besteht aus einer Seilscheibe, die das Aufzugseil aufwickelt. Der Antrieb der Seilscheibe geschieht durch Schneckentrieb, auf dessen Spindelachse zwei Antriebscheiben H u. H_1 für Rechts- und Linksgang des Windwerkes befestigt sind.

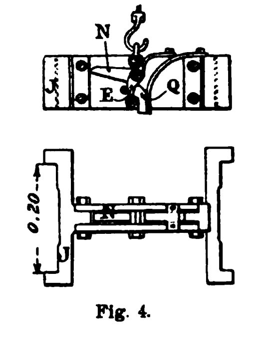


Fig. 3. Fig. 4.

Das Gehänge J wird mit dem im Querhaupt eingespannten Probestab und dem daran hängenden Gewicht bis beinahe unter die Knacke M angehoben. Man setzt dann das Antriebswerk für die Schreibtrommel in Bewegung, lässt die Stimmgabel schwingen und hebt schliesslich das Gehänge soweit an, bis die Nase N (Fig. 1—4) gegen die Knacke M anschlägt, so dass das Gehänge J mit Probestab und Gewicht ausgelöst wird und herabfällt. Die Dauer eines Versuches einschliesslich Einspannen des Probestückes beträgt etwa 5 Minuten. Von Beginn der Schlagzugwirkung bis zum Bruch des Probestückes vergeht etwa $^1/_{100}$ Sekunde.

Leider fehlen Angaben über Versuchsergebnisse und deren Deutung. *Mlr.*

Taschen-Kapnoskop.

Die Frage der Rauch- und Russverhinderungen an industriellen Feuerungen hat immer grössere Bedeutung für die gesamte Technik gewonnen. Einerseits, weil sowohl staatliche und kommunale Behörden ihr auf die Beseitigung dieser für die hygienischen Verhältnisse industriereicher Gegenden sehr nachteiligen Erscheinung des Rauchens der Schornsteine gerichtet haben, andererseits, weil man durch die Arbeiten *Buntes* an der Heizversuchsstation in München über die Höhe der mit dem Rauchen der Feuerungen verbundenen Brennstoffverluste aufgeklärt wurde. Eine Reihe von Vorrichtungen, die die Verhinderung des Rauchens bezwecken, sind mit mehr oder weniger Erfolg in Anwendung gebracht worden, immerhin bleibt auch heute das beste Mittel zur Rauchverhinderung oder richtiger Verminderung ein tüchtiger, zuverlässiger Heizer. Da der blosse Augenschein oft nicht ausreicht, die Stärke des Rauches zu beurteilen, ist man dazu übergegangen, Apparate zu konstruieren, die es gestatten ein sicheres Urteil über die Intensität der Rauchentwicklung in einer Feuerung zu gewinnen. Ein Apparat, der diesem Zwecke dient und sich durch Einfachheit empfiehlt, ist das *Otho*sche *Taschen-Kapnoskop* (Fig. 1 u. 2), dessen Beschreibung wir den „*Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes*" entnehmen. Es besteht aus einer kreisrunden Scheibe von 80 mm Durchmesser, auf deren einer Seite die erforderliche, physikalisch richtig abgestufte (optische) Skala in 5 Abstufungen aufgetragen ist, während auf der anderen Seite an den zugehörigen Stellen die Rauchstärken angegeben sind. Zur Beurteilung der Rauchstärke einer Feuerung blickt man, indem man die Stellung so wählt, dass das Licht vom Rücken auf den Apparat fällt, durch das in der Mitte der Scheibe befindliche Schauloch nach dem rauchenden Schornstein. Es bedarf dann keiner besonderen Uebung, um die Skalenstufe, der die Rauchentwicklung entspricht, festzustellen. Zur Vermeidung von Verletzungen ist die Scheibe

mit einer Schutzhülle von farblosem Celluloid versehen, aus der sie für den gewöhnlichen Gebrauch nicht entfernt zu werden braucht. Für die Praxis dürfte die Einteilung in 5 Abstufungen genügen. Auf jeden Fall erscheint es erwünscht, dem Heizer ein solches

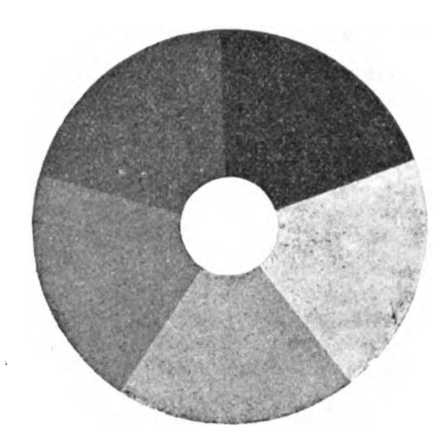


Fig. 1.

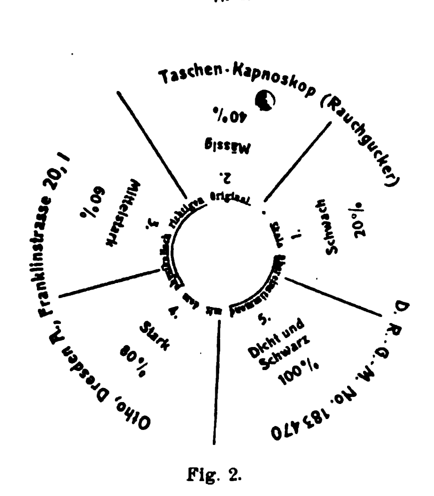


Fig. 2.

Mittel zur Beurteilung der Rauchstärke seiner Feuerung in die Hände zu geben, weil ihm einerseits dadurch die richtige Beurteilung des Zustandes seiner Feuerung erleichtert und andererseits sicher auch sein Interesse daran gehoben wird. *Dr. Hgr.*

Kammeröfen zur Gaserzeugung.

Die weitaus grösste Verbreitung für die Herstellung von Leuchtgas aus Steinkohlen haben zur Zeit die sogenannten Münchner Oefen „System *Bunte-Schilling*." Dieselben sind für Gasheizung mit Regeneration eingerichtet. Der Ofen besteht aus einem steinernen Gewölbe, in dem je nach der Grösse 5—9 Retorten, Chamotteröhren von mehr oder weniger eliptischen Querschnitt, etwa 60 cm breit und 40 cm hoch und 2—3 m lang wagerecht eingelagert sind. In diese Retorten werden die Kohlen, etwa 200—300 kg für die Retorte, entweder mit Hand oder mit Lademaschinen eingebracht, wo sie in 5—6 Stunden entgast sind und worauf der anfallende Koks aus den Retorten ebenfalls von Hand oder mit maschinellen Hilfsmitteln entfernt wird. Das zum Heizen nötige Gas wird in dem „Generator" erzeugt, einem gemauerten Schacht, in dem glühender Koks durch von unten durch den Rost eintretende Luft, deren Menge zur völligen Verbrennung des Kokses zur Kohlensäure nicht ausreicht, zu Kohlenoxyd verbrannt wird. Das so gebildete Kohlenoxyd tritt durch Schlitze aus dem Generator in das Ofengewölbe ein und wird hier mit Hilfe von „Sekundärluft" zu Kohlensäure verbrannt. Die Verbrennungsgase, die den Ofen sehr heiss verlassen, durchstreichen, ehe sie in den Kamin eintreten, unter dem Ofen angebrachte gemauerte Kanäle, die Regeneration, an deren Wände sie einen grossen Teil ihrer Wärme abgeben. Wand an Wand mit diesen Kanälen gehen die für die Verbrennungsluft, die in entgegengesetzter Richtung eintritt und so in recht hocherhitztem Zustande, etwa 400° C. in den Verbrennungsraum gelangt, wodurch eine hohe Verbrennungstemperatur erreicht wird. Die Nachteile dieser konstruktiv sehr gut durchgebildeten Oefen bestehen zunächst darin, dass zu ihrer Bedienung ein erheblicher Aufwand von menschlicher Arbeit nötig ist, was zur Zeit von Strikes recht verhängnisvoll werden kann. Fernerhin ist die Menge der Kohlen, die eine Retorte aufzunehmen vermag, verhältnismässig gering und ausserdem der Verlust an Gas und Wärme, der durch das Offenhalten der Retorten während des Chargierens und Entleerens eintritt, nicht unbeträchtlich. Diesen Uebelständen suchten die Oefen mit geneigten Retorten entgegenzuwirken. Hierbei sind die Retorten unter einem gewissen Winkel, etwa 40°, zur Ebene geneigt. Die Füllung der Retorte erfolgt von oben durch einen Trichter, während der Koks unten nach Wegnahme des Verschlusses selbsttätig herausrutscht. Hiermit ist schon eine ganz wesentliche Vereinfachung des Betriebes erzielt, doch reicht diese bei noch weitem nicht an die heran, die in der Schwesterindustrie der Steinkohlengaserzeugung, der Destillationskokerei, durch Verwendung von Kammern von 5—6 tons Fassungsvermögen zur Destillation der Kohlen erzielt wird. Es sind allerdings bei diesem Vergleiche die grundsätzlichen Unterschiede im Betriebe beider Industrien nicht ausser acht zu lassen.

Ueber Versuche, die die Verwendung von Kammeröfen zur Leuchtgasfabrikation und damit eine erhebliche Vereinfachung herbeiführen sollen, berichtet *Ries-München* in „Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung" No. 32, 1903, S. 640—642. Die Versuche wurden auf der Münchner Gasanstalt angestellt und zwar wurde ein 8 Ofen, Münchner System, unter Beibehaltung des Regenerativsystems und des Generators so umgebaut, dass an Stelle der Retorten 3 Kammern traten, deren Abmessungen so gewählt wurden, dass sie die von einem 8 Ofen in 16 Stunden verarbeitete Kohlenmenge zu fassen vermochten, d. h. in jeder Kammer 1,3 tons. Die aus gewöhnlichen Handziegeln hergestellten Kammern waren unter 35° geneigt und erweiterten sich nach unten und vorn, um Festklemmen des Koksprismas bei der Entleerung zu vermeiden. Die Beschickung der Kammern erfolgte von oben mit Hilfe eines Trichters. Die obere Oeffnung der Kammer war mit einem *Morton*verschluss versehen, während der Verschluss für die untere Oeffnung eine mit Schild versehene gusseiserne Tür bildete. Die Beheizung des Ofens erfolgte mit Hilfe eines gewöhnlichen Generators mit Regeneration und zwar derart, dass die Brenner zwischen den Kammern angeordnet waren und nur die Seitenwände, nicht aber die Decken beheizten. Die Versuche lehrten, dass die Heizanlage des 8 Ofens auch für den Kammerofen völlig ausreichte. Messungen zwischen den Kammern ergaben Temperaturen von 1100—1300° C. Die Wärme war in den Kammern sehr gleichmässig verteilt und die Ausnutzung des Brennmaterials ebenso günstig, wie im Retortenofen. Der Verlauf der Vergasung zeigte grosse Analogien mit dem der in Retorten. Das bei Anwendung von Saarkohlen erzielte Gas kam quantitativ dem bei Retortenbetrieb gewonnenen gleich, während es qualitativ, bezüglich des Leuchtwertes und Heizwertes geringer war, was durch den geringeren Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen und Methan seine Erklärung findet. Immerhin war das Gas recht wohl brauchbar. Das Ausbringen von Nebenprodukten kam dem mit Retortenbetrieb gleich, nur war der Koks, der in grösseren Stücken anfiel, wesentlich besser und näherte sich dem Hüttenkoks. Einen wesentlichen Vorteil bietet die Verwendung von Kammeröfen dadurch, dass damit eine ganz erhebliche Arbeitsersparnis und Vereinfachung des Betriebs erzielt wird. *Dr. Hgr.*

Elektrokultur.

Dass Elektrizität auf den Pflanzenwuchs von Einfluss ist, ist schon seit langem bekannt, und man hat frühzeitig Versuche angestellt.

Um nachzuweisen, dass die atmosphärische Elektrizität auf die Pflanzen einwirkt und zwar im günstigen Sinne, haben *Grandeau* und *Leclercq* die Versuchspflanzen mit Drahtkäfigen bedeckt, damit die atmosphärische Elektrizität nicht auf die Pflanzen einwirken könne. Der Ertrag an Blättern und Früchten verminderte sich um 50—70 v. H.

Um die Einwirkung von Elektrizität auf den Pflanzenwuchs nachzuweisen, wurden im Oktober 1901 im botanischen Garten der Haward-Universität Versuche angestellt, die folgendes ergaben: Die Keimfähigkeit einer Samenprobe wurde bei 3 Milliampère am positiven Pol vernichtet, an dem negativen Pol vermehrt. Die Pflanze verhält sich also elektropositiv. Diese Ergebnisse wurden durch Versuche *Lemstroems* bestätigt. Darnach beruht die Beschleunigung des Pflanzenwuchses darauf, dass durch den elektrischen Strom die Säfte in den Capillargefässen der Pflanzen leichter emporsteigen. *Lemstroems* Versuche ergaben einen Mehrertrag bei Rüben von über 180 v. H.

Electrical World and Engineer 1903. No. 14.



Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Lehrbuch der Mechanik in elementarer Darstellung mit Anwendungen und Uebungen aus den Gebieten der Physik und Technik. In zwei Teilen. Erster Teil Mechanik fester Körper. Von Dr. *Alex. Wernicke*, Direktor der Städtischen Oberrealschule und Professor an der Herzogl. Technischen Hochschule zu Braunschweig. Vierte völlig umgearbeitete Auflage. Dritte (Schluss) Abteilung Statik und Kinetik elastisch fester Körper (Lehre von der Elastizität und Festigkeit.) Mit im Text gedruckten Abbildungen. Braunschweig 1903. Friedrich Vieweg und Sohn. Preis geh. 10 Mk. geb. 11 Mk.

Die notwendigen Eigenschaften guter Sägen und Werkzeuge. Von *D. Dominicus* jr. Erster Teil theoretische, empirische und praktische Untersuchungen und ihre Ergebnisse. Berlin 1903. A. Seydel. Preis 1 Mk. 80 Pfg.

Lehrbilder für Baustoffkunde. Eine Sammlung von Bildern aus den Werkstätten der Baustoffgewerbe. Mit 40 Abbildungen. Gezeichnet und erläutert von *Ad. Henselin* Architekt. Berlin 1903. A. Seydel. Preis 2 Mk.

Fehlands Ingenieur-Kalender 1904. Für Maschinen- und Hütteningenieure. Herausgegeben von *Th. Beckert* und *A. Pohlhausen.* Sechsundzwanzigster Jahrgang. Berlin 1904. Julius Springer.

Erläuterungen zu den Sicherheitsvorschriften für die Einrichtung elektrischer Starkstromanlagen. Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker herausgegeben von Dr. *C. L. Weber*, Kaiserl. Regierungsrat. Sechste, vermehrte und verbesserte Ausgabe. Berlin 1904. Julius Springer. Preis geb. 4 Mk.

Die elektrische Raumheizung. Von *Wilh. Heepke*, Ingenieur. Halle a. S. 1903. Carl Marhold. Preis geh. 2 Mk. 40 Pfg.

Das Deutsche Reichspatent, seine Anmeldung, Durchfechtung, Uebertragung und Anfechtung. Ein Hilfs- und Lehrbuch für Studierende, Erfinder, Patentanwälte, Ingenieure und Techniker. Von *Hugo Michel*, ehemaliger Ingenieur am Kaiserl. Patentamte. Mit einer Figurentafel. Leipzig 1903. Wilh. Engelmann. Preis geb. 4 Mk. 40 Pfg.

Die deutschen Städte und Bürger im Mittelalter. Von Dr. *Bernhard Heil,* Oberlehrer am Kgl. Gymnasium zu Wiesbaden. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. Leipzig 1903. B. G. Teubener.

Leitfaden für Eisenhütten-Laboratorien. Von *A. Ledebur*, Geheimer Bergrat und Professor an der Kgl. Bergakademie zu Freiberg in Sachsen. Sechste neu bearbeitete Auflage. Mit 24 Abbildungen im Text. Braunschweig 1903. F. Vieweg und Sohn. Preis geh. 3 Mk. 50 Pfg., geb. 4 Mk. 50 Pfg.

Apparate und Geräte zur Prüfung von Portland-Zement. Zusammengestellt vom Chemischen Laboratorium für Tonindustrie. Prof. Dr. *H. Seger* und *E. Cramer.* Berlin 1903. Tonindustrie-Zeitung. Preis geh. 1 Mk.

Bücherschau.

Die Gebläse. Bau und Berechnung der Maschinen zur Bewegung, Verdichtung und Verdünnung der Luft. Von *A. v. Ihering.* 2. Aufl. Berlin, 1903. Julius Springer. 752 S. 8⁰ mit 522 Textfiguren und 11 Tafeln.

Gegenüber der ersten Auflage des bekannten Werkes sind in der vorliegenden zweiten Auflage desselben verschiedene Abschnitte über neuzeitliche Ausführungen hierher gehöriger Maschinen, sowie über deren Einzelteile hinzugekommen. Andere Abschnitte haben eine völlige Neubearbeitung oder aber eine eingehendere Behandlung erfahren, sodass das Buch über alle bedeutenden Fortschritte auf dem umfangreichen Gebiete der Gebläsemaschinen, Luftkompressoren und Ventilatoren erschöpfende Auskunft gibt. Dabei ist, wie schon bei der ersten Auflage des Buches, durch die Wiedergabe reichhaltigen Versuchsmaterials dem Leser ermöglicht worden, sich von der Leistungsfähigkeit der einzelnen Konstruktionen ein Bild zu machen und aus dem Versuchsmaterial weitere Schlüsse zu ziehen. Auch finden sich überall im Texte Litteraturangaben, die ein ausführliches Studium der betreffenden Gegenstände in den bezüglichen Originalveröffentlichungen ermöglichen. Um den Umfang des Buches gegen die erste Auflage nicht zu sehr zu erweitern, ist der erforderliche Raum für die neueren Einrichtungen und Konstruktionen durch Fortlassen eines grossen Teiles älterer und veralteter Ausführungen gewonnen worden.

Das Buch gliedert sich in zwei grosse Teile, welche der Beschreibung und der Berechnung der Gebläse gewidmet sind.

In dem ersten Kapitel des ersten Teiles werden die *Kolbengebläse* beschrieben, unter denen insbesondere die seit etwa 7 Jahren in der Praxis in stetig zunehmendem Masse zur Anwendung gelangten „Hochofengas-Gebläsemaschinen“ mit ihren neueren Ventilkonstruktionen *(Riedler-Stumpf, Lang-Hoerbiger* u. a.) eine eingehende Besprechung erfahren.

In dem zweiten Kapitel folgen die *Luftkompressoren.* Neu aufgenommen sind hier hydraulische Kompressoren oder Wasserdruckkompressoren, sodann die mannigfaltigen Konstruktionen von neueren Luftkompressoren mit Federventilen, mit rückläufigen Ventilen, mit Kolbenschiebersteuerungen und dergleichen.

In dem dritten Kapitel werden die *Luftpumpen* besprochen und zahlreiche neuere Ausführungen trockener, sowie Kondensator-Luftpumpen an der Hand vorzüglicher Abbildungen erläutert.

Das vierte Kapital behandelt die *Kapselgebläse* mit den neusten hierher gehörigen Maschinen von *Enke, Jäger, Krigar* u. a.

Von den im fünften Kapitel beschriebenen *Schleudergebläsen* oder *Ventilatoren* sind besonders die Konstruktionen von *Rateau* mit Antrieb durch Dampfturbinen von *Davidson* und *Mortier* zu nennen, die neu hinzugekommen sind und eine eingehende Behandlung — zum Teil unter Wiedergabe von Versuchen — erfahren haben.

Das siebente Kapitel, welches die *Strahlgebläse* enthält, ist ebenfalls zeitgemäss erweitert und umgearbeitet worden.

Der zweite Teil des Buches bringt die für die Berechnung der Gebläse nötigen Unterlagen in wesentlich gekürzter Behandlung. Ganz weggelassen ist das die Theorie der Schwungräder erläuternde Kapitel der ersten Auflage.

Das in dem Buche mit grossem Fleisse zusammengetragene äusserst wertvolle und reichhaltige Material wird sicherlich dazu beitragen, ihm einen grossen Leserkreis zu verschaffen — in besonderem Masse dürfte die vorzügliche Ausstattung des Buches seitens der hervorragenden Verlagsfirma hierzu beitragen.

Fr. Freytag.

Anleitung zur Untersuchung der für die Zuckerindustrie in Betracht kommenden Rohmaterialien, Produkte, Nebenprodukte und Hilfssubstanzen. Sechste umgearbeitete und vermehrte Auflage. Herausgegeben von Prof. Dr. *R. Frühling.* Braunschweig, 1903. Friedrich Vieweg & Sohn.

Die durch das Fortschreiten der Wissenschaft bedingten Neuerungen und Verbesserungen der in der Zuckerindustrie angewandten Untersuchungsmethoden, die allgemeinen internationalen Vereinbarungen z. B. Sauerstoff = 16, Normaltemperatur = 20; die Einführung des verminderten Normalgewichtes = 26,0 gr u. a. bedingten bei dieser neuen Auflage des Frühling-Schulz eine weitgehendere und eingreifendere Umarbeitung, als das bei früheren Auflagen der Fall gewesen. Vor allem war eine vollständige Umarbeitung der Tabellen, Tafeln und Rechenbeispielen unbedingt erforderlich. Die neuesten Verbesserungen an den Polarisationsinstrumenten, die Bestimmung der Saftquotienten nach *Krause*, die *Krüger*sche Rübenuntersuchungsmethode, die Bestimmung von Rohzucker in Gegenwart von Raffinose und Invertzucker nach *Baumann*, die Vereinbarung über Alkalitätsbestimmungen mit Phenophtalein u. a. sind in der vorliegenden neuen Auflag berücksichtigt worden. Es muss ganz besonders anerkannt werden, dass der Verfasser den nicht leichten Aufgaben, die die Umarbeitung der 5. Auflage stellte, in vollstem Masse gerecht geworden ist. Im Verein mit der trefflichen Ausstattung seitens der Verlagsbuchhandlung, wird das altbewährte Werk auch in Zukunft ein brauchbares und wertvolles Hilfsmittel für den Zuckerfabrikbetrieb sein.

A. Stavenhagen.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 46. Berlin, 14. November 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Studien und Versuche über die Elastizität kreisrunder Platten aus Flusseisen.

Von Dr.-Ing. **Max Ensslin**, Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 707. d. Bd.)

b) *Durchführung der Versuche.*

Ergebnisse der Biegungsversuche mit den Platten und der Zugversuche mit prismatischen Stäben.

Zur Herstellung von Versuchskörpern standen zunächst zwei quadratische Blechtafeln A und B (72×72 cm) zur Verfügung, aus denen zwei Kreisscheiben A und B von 56,2 und 57 cm Durchmesser auf der Drehbank herausgestochen und auf rund 16 und 12 mm Stärke abgedreht wurden. Aus den Ueberresten wurden parallel zu zwei aneinanderstossenden Quadratseiten prismatische Stäbe zu Zug- und Drehungsversuchen[7]) herausgearbeitet. Zu diesen kamen später noch zwei weitere Blechtafeln, aus denen die Scheiben C und D mit 16 und 10 mm Stärke und 57 cm Durchmesser hergestellt wurden. Diese Blechtafeln waren vor dem Herausarbeiten der Scheiben C und D und der Probestäbe ausgeglüht worden.

Zusammenstellung 1.
Abmessungen der Versuchskörper.

Versuch	Platte	d_i cm	d_a cm	R_i cm	R_a cm	h cm	Bemerkung
I	A	0	56,2	1,5	28	1,616	
II	A	2,5	56,2	1,5	28	1,616	
III	B	0	57	1,5	28	1,193	
IV	B	2,5	57	1,5	28	1,193	
V	A	2,5	56,2	1,5	28	1,257	
VI	A	2,5	56,2	1,5	28	1,024	
VII	A	5,5	56,2	3	28	0,918	Platte ausgeglüht
VIII	B	5,5	57	3	28	1,193	
IX	C	0	57	3	28	1,581	
X	D	0	57	3	28	1,0085	

Die ursprünglichen Abmessungen der beiden mit A und B bezeichneten Scheiben sind aus Zeile I und III der Zusammenstellung 1 ersichtlich. Die Stärke der vollen Scheiben wurde an sechs Stellen des äusseren Umfanges mit einem Mikrometer bestimmt, an dem Hundertteile eines Millimeters genau abgelesen werden können. Die in Zusammenstellung 1 angegebene Stärke ist das Mittel aus den sechs Einzelmessungen. Bei den gelochten Scheiben wurde die Stärke ausserdem an vier Stellen der Bohrung in der Mitte bestimmt und das Mittel aus den zehn Einzelmessungen gebildet.

[7]) Da das Personal der Materialprüfungsanstalt zur Zeit der Versuche stark in Anspruch genommen war, konnte die Torsionsmaschine nicht in Betrieb gesetzt werden. Die beabsichtigten Torsionsversuche und die Bestimmung des Verhältnisses der Längsdehnung zur Querzusammenziehung aus Dehnungs- und Schubkoeffizienten musste daher zu meinem lebhaften Bedauern unterbleiben.

Zusammenstellung 2.
Versuch I. Volle Scheibe A; h = 1,616 cm.

Versuchsreihe			1	2	3	4	5	6
Erste Ablesung			1,399	1,400	1,400	1,400	1,400	1,401
Belastung P kg	$max\ \sigma_x = max\ \sigma_y$	$max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm					
300	228	160						
600	455	320	15	13	14	13	14	13
900	685	480	12	18	13	14	13	13
1200	910	640	13	14	13	13	13	13
1500	1140	800	14	13	13	13	13	13
1800	1370	960	12	13	13	13	13	13
2100	1595	1120	13	13	13	13	12	13
2400	1820	1280	13	12	12	12	12	12
2700	2050	1440					13	13
3000	2280	1600					13	13
3300	2500	1755						13
3600	2740	1915						13
3900	2960	2080						12

Zusammenstellung 3.
Versuch II. Gelochte Scheibe A; h = 1,616 cm.

Versuchsreihe		1	2	3	4	5
Erste Ablesung		1,410	1,419	1,421	1,424	1,432
Belastung P kg	$max\ \sigma_y = max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm				
300	455					
600	910	15		13	14	
900	4365	15	27	14	14	28
1200	1820	15	14	14	14	
1500	2280	15	13	14	13	28
1800	2730	14	14	13		
2100	3190	13	13	13	27	27,5
2400	3640	14	14	14	14	
2700		15	13	13	14	27,5
3000			14	14	14	
3300			14	14	13	27
3600			14	13	14	
3900				14	13	27
4200				17	14	15
4500					16	14
4800					19	13
5100						18

Die Scheiben A und B wurden zuerst als volle Scheiben (Versuch I und III), sodann als gelochte Scheiben mit einer Bohrung in der Mitte von 2,5 cm Durchmesser geprüft (Versuch II und IV). Die Scheiben C und D wurden nur als volle Scheiben untersucht. (Versuch IX und X).

Zusammenstellung 4.

Versuch III. Volle Scheibe B; $h = 1{,}193$ cm.

Versuchsreihe			1	2	3	4	5	6	7	8
Erste Ablesung			1,432	1,436	1,437		1,443		1,443	
Belastung P kg	$max\ \sigma_x = max\ \sigma_y$ kg/qcm	$max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm							
300	420	294								
500	700	490	23	23	46		46		46	
700	980	685	23	23						
900	1255	880	24	23	45		46		47	
1100	1535	1070	23	23						
1300	1810	1270	23	23	47		46		45	
1500	2090	1465	24	23						
1700	2370	1660		22	44		45		46	
1900	2650	1855		23						
2100	2930	2050			23	23	45		46	
2300	3210	2245			22	44				
2500	3490	2440			24		22	22	43	
2700	3770	2640			24	(18)	22	22		
2900						22	21	21	21	
3100									22	
3300									29	20
3500									27	19
3700									27	20
3900										28

Scheibe A wurde nach Versuch II auf 12,57 mm abgedreht und neuerdings untersucht (Versuch V), dann auf 10,24 mm abgedreht, worauf der Versuch VI vorgenommen wurde. Nach diesen Versuchen wurde die Platte A ausgeglüht, auf 9,18 mm abgedreht, das Loch in der Mitte auf 5,5 cm Durchmesser erweitert und mit ihr Versuch VII gemacht.

Zusammenstellung 5.

Versuch IV. Gelochte Scheibe B; $h = 1{,}193$ cm.

Versuchsreihe		1	2	3	4
Erste Ablesung		1,310	1,317	1,317	1,335
Belastung P kg	$max\ \sigma_y = max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Durchbiegung in $^1/_{1000}$ cm			
300	840				
500	1395	26	25	25	25
700	1950	28	25	25	25
900	2510	24	24	24	25
1100	3070	25	24	24	24
1300	3630	24	24	24	24
1500		24	23	24	24
1700			23	24	24
1900			23	22	23
2100				23	24
2300				25	24
2500				24	22
2700				23	23
2900				23	46
3100				25	
3300				23	22
3500				25	48
3700				32	
3900					39
4100					53

Scheibe B wurde, nachdem sie als volle Scheibe bei Versuch III geprüft war, zuerst mit einer Bohrung von 2,5, dann von 5,5 cm in der Mitte versehen und den Versuchen IV bezw. VIII unterzogen.

Die Abmessungen der Versuchskörper und die Reihenfolge der Versuche gehen aus Zusammenstellung 1 (s. a. Fig. 1) hervor.

Zusammenstellung 6.

Versuch V. Gelochte Scheibe A; $h = 1{,}257$ cm.

Versuchsreihe		1	2	3	4	5	6
Erste Ablesung		1,280	1,286	1,288	1,288	1,289	1,289
Belastung P kg	$max\ \sigma_y = max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm					
300	750						
500	1250	21	21	19	19	20	20
700	1750	20	20	20	21	20	20
900	2250	21	19	19	20	19	20
1100	2750	20	18	20	19	20	19
1300	3250	21	20	20	20	20	20
1500		20	19	19	18	18	19
1700		18	19	18	19	19	19
1900			19	18	18	18	18
2100			18	19	39	20	19
2300				19		19	19
2500							18
2700							18
2900							22
3100							20
3300							23

Zusammenstellung 7.

Versuch VI. Gelochte Scheibe A; $h = 1{,}024$ cm.

Versuchsreihe		1	2	3	4	5
Erste Ablesung		1,294	1,300	1,300	1,301	1,300
Belastung P kg	$max\ \sigma_y = max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm				
200	755					
300	1135	38	37	37	37	37
400	1510					
500	1890	37	35	36	35	36
600	2270					
700	2645	37	35	35	35	34
800	3020					
900		36	35	35	35	36
1000						
1100						35
1200						
1300						35
1400						
1500						35
1600						
1700						21
1800						16
1900						17

Zusammenstellung 8.

Versuch VII. Gelochte Scheibe A; $h = 0{,}918$ cm.

Versuchsreihe		1	2	3	4	5	6	7	8
Erste Ablesung		1,392	1,393	1,391 neu eingestellt	1,394	1,404	1,435	1,437	1,498
Belastung P kg	$max\ \sigma_y = max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm							
200	745								
300	1115	28	29	56					
400	1490	28	28						
500	1860	26	28	56	167	169	169	169	168
600	2230	28	28						
700	2600	26	25	56					
800	2980	27	29						
900	3350	27	25	53	50	52	48	52	52
1000		30	27						
1100					26	50	54	50	51
1200					25				
1300					28		49	49	50
1400					26	75			
1500					28		50	51	47
1600					28	25			
1700						27	48	46	45
1800						30			
1900						32	44	43	43
2000						31			
2100								26	45
2200								34	
2300								33	39
2400								35	
2500								36	23

Zusammenstellung 9.

Versuch VIII. Gelochte Scheibe B; $h = 1{,}193$ cm.

Versuchsreihe . . .		1	2	3	4	5	6	7
Erste Ablesung . .		1,242	1,255	1,260	1,266	1,266	1,267	1,282
Belastung P kg	$max\ \sigma_y = max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm						
300	660	29	26	27	27	27		
500	1100	29	26	26	27	27	54	54
700	1540	28	26	27	26	26		
900	1980	30	26	26	26	26	52	52
1100	2420		30	25	26	26	26	
1300	2860			31	25	26	26	52
1500							30	
1700							36	52
1900								

Zusammenstellung 10.

Versuch IX. Volle Scheibe C; $h = 1{,}581$ cm.

Versuchsreihe . . .			1	2	3	4		5	6	7
Erste Ablesung . .			1,150	1,151	1,151	1,151		1,188	1,190	1,190
Belastung P kg	$max\ \sigma_x = max\ \sigma_y$ kg/qcm	$max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm							
300	186	130	16	15	15	15	Platte gewendet	16	15	15
600	372	260	15	14	15	15		15	15	15
900	558	391	16	15	15	15		15	15	15
1200	744	521	14	15	15	15		15	15	15
1500	930	651	15	15	14	14		15	15	15
1800	1116	781		14	14	15		15	15	15
2100	1302	911			15	15		16	15	15
2400	1488	1042				15			15	15
2700	1674	1172				15			15	15
3000	1860	1302								14
3300	2046	1432								16
3600	2232	1562								17
3900	2418	1693								

Zusammenstellung 12.

Zugversuch mit einem Flachstabe aus dem Material der Scheibe A; $b = 2{,}86$ cm, $h = 1{,}55$ cm, $f = b\,.\,h = 4{,}43$ qcm, Messlänge 15 cm.

Belastung kg	Spannung kg/qcm	Längenänderung der Messtrecke $^1/_{1200}$ cm	Temperatur °C.
1350	304,5	2,76	18,4
2700	609	2,53	
4050	914	2,53	
5400	1219	2,53	
6750	1523	2,50	
8100	1827		18,35
1350	304,5	2,48	
2700	609	2,49	
4050	914	2,53	18,35
5400	1219	2,52	
6750	1523	2,50	
8100	1827		
1350	304,5	2,53	
2700	609	2,48	
4050	914	2,53	
5400	1219	2,48	18,4
6750	1523	2,53	
8100	1827	2,61	
9450	2132	2,66	
10800	2436		
11500	2600	Streckgrenze	
17260	3900	P_{max}	

Hiernach besteht jedenfalls bis zu einer Belastung von 8100 kg (1827 kg/qcm) Proportionalität zwischen Spannungen und Dehnungen. Der Dehnungskoeffizient ist, wenn man für die Längenänderung der Messtrecke zwischen 1350 und 8100 kg Belastung den Mittelwert aus der zweiten und dritten Versuchsreihe 12,535 wählt,

$$a = \frac{\varepsilon}{\sigma} = \frac{12{,}535\ .\ 4{,}43}{1200\ .\ 15\ .\ (8100 - 1350)} = \frac{1}{2\,188\,000}$$

Senkrecht zur Richtung des eben beschriebenen Stabes wurde ein Rundstab aus den Ueberresten des Plattenmaterials herausgearbeitet, der, vom Personal der Materialprüfungsanstalt untersucht, ergab:

$$a = \frac{1}{2\,160\,000}$$

(Unterschied 1,4 v. H.)

Zusammenstellung 11.

Versuch X. Volle Scheibe D; $h = 1{,}0085$ cm.

Versuchsreihe			1	2	3	4	5	6		7	8	9	10
Erste Ablesung			1,129	1,132	1,132	1,130	1,130	1,130		1,152	1,160	1,164	1,200
Belastung P kg	$max\ \sigma_x = max\ \sigma_y$ kg/qcm	$max\ res\ \sigma_y$ kg/qcm	Biegungspfeil in $^1/_{1000}$ cm										
200	306	214	43	41	39	40	39	39	Platte gewendet	42	40	39	40
400	612	438	38	38	39	39	39	39		40	39	39	40
600	918	643	41	40	40	39	39	39		40	39	39	39
800	1224	857	39	40	37	39	38	38		40	75	37	38
1000	1530	1071	39	37	38	38	37	38		38		37	37
1200	1836	1285		36	37	32	36	36		38	36	72	36
1400	2142	1499				38	37	36			38		36
1600	2448	1714					36	36				38	37
1800	2754	1928						36				40	35
2000												41	33
2200												57	34
2400													

Zusammenstellung 13.

Zugversuch mit einem Rundstab aus dem Material der Platte B; $d = 1{,}05$ cm, $f = 0{,}8659$ qcm, Messlänge 15 cm.

Belastung kg	Spannung kg/qcm	Längenänderung der Messtrecke 1/1000 cm	Temperatur °C.
300	346		17,2
500	578	1,50	
700	809	1,57	
900	1040	1,57	17,3
1100	1270	1,66	
1300	1501	1,68	
300	346		17,1
500	578	1,56	
700	809	1,60	
900	1040	1,56	17,2
1100	1270	1,61	
1300	1501	1,59	
1500	1732	1,65	
300	346		
500	578	1,54	
700	809	1,65	
900	1040	1,59	
1100	1270	1,65	
1300	1501	1,58	
1500	1732	1,57	
1600	1847	0,86 } 1,76	
1700	1963	0,90 }	
1800	2080	0,82 } 1,71	
1900	2195	0,89 }	
2000	2308	0,92 } 1,89	
2100	2422	0,97 }	
2200	2540	1,26	
2280	2630	Streckgrenze, Skala verschwindet i. Ablesefernrohr.	
3210	3710	Grösstlast, Einschnürung.	

Die mittlere Ausdehnung der 15 cm langen Messtrecke für 200 kg Belastungszuwachs betrug in $\frac{1}{1000}$ cm:

bei Versuch I	zwischen $P = 300$	und 1300 kg	1,598
„ „ II	„ $P = 300$	„ 1500 „	1,595
„ „ III	„ $P = 300$	„ 1500 „	1,597
		im Mittel	1,597

$$\frac{1}{\alpha} = E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{200 \,.\, 15 \,.\, 1000}{0{,}8659 \,.\, 1{,}597} = 2\,170\,000$$

Proportionalität zwischen Spannungen und federnden Dehnungen besteht hiernach jedenfalls bis $P = 1500$ kg ($\sigma = 1732$ kg/qcm). Dann beginnen die gesamten Dehnungen rascher zu wachsen, als die Spannungen und bei $\sigma = 2630$ kg/qcm ist die Streckgrenze vollständig erreicht.

Die Zugfestigkeit ist:

$$K_z = \frac{3210}{0{,}8659} = 3710 \text{ kg/qcm}$$

Zusammenstellung 14.

Zugversuch mit einem Flachstab aus dem Flusseisenmaterial der Scheibe C; $b = 2{,}9525$ cm, $h = 1{,}5925$ cm, $f = b \,.\, h = 4{,}7$ qcm, Messlänge 15 cm.

Belastung kg	Spannung kg/qcm	Längenänderung der Messtrecke 1/1200 cm	Temperatur °C.
1400	298		19
2800	596	2,55	
4200	894	2,54	
5600	1190	2,59	
7000	1488	2,56	
1400	298		
2800	596	2,49	
4200	894	2,55	19
5600	1190	2,50	
7000	1488	2,48	
1400	298		
2800	596	2,49	
4200	894	2,48	
5600	1190	2,55	19
7000	1488	2,49	
8400	1786	2,68	
9700	2064	2,85	
9950	2115	Streckgrenze	
16630	3540	P_{max}	

Hiernach besteht jedenfalls bis $P = 7000$ kg ($\sigma = 1488$ kg/qcm) Proportionalität zwischen Spannungen und Dehnungen. Der Dehnungskoeffizient ist, da nach der 3. Versuchsreihe einer Belastungszunahme

$$\frac{7000 - 1400}{4} = 1400 \text{ kg}$$

eine Längenänderung von

$$\frac{2{,}49 + 2{,}48 + 2{,}55 + 2{,}49}{4} = 2{,}5025 \text{ Zwölfhundertel cm}$$

der Messlänge 15 cm entspricht;

$$\alpha = \frac{2{,}5025 \,.\, 4{,}7}{1200 \,.\, 15 \,.\, 1400} = \frac{1}{2\,140\,000}$$

Zusammenstellung 15.

Zugversuch mit einem Flachstab aus dem Flusseisenmaterial der Scheibe D; $b = 3{,}05$ cm; $h = 1{,}00$ cm, $f = b \,.\, h = 3{,}05$ qcm, Messlänge 15 cm.

Belastung kg	Spannung kg/qcm	Längenänderung der Messtrecke 1/1200 cm	Temperatur °C.
900	295		18,6
1800	590	2,49	
2700	885	2,46	
3600	1180	2,47	
4500	1475	2,63	18,7
900	295		18,8
1800	590	2,44	
2700	885	2,47	
3600	1180	2,46	
4500	1475	2,44	18,8
900	295		
1800	590	2,44	
2700	885	2,45	
3600	1180	2,49	
4500	1475	2,47	
5400	1770	2,72	18,8
6000	1965	Streckgrenze	
10880	3565	P_{max}	

Hiernach besteht bis $P = 4500$ kg ($\sigma = 1475$ kg/qcm) Proportionalität zwischen Spannung und Dehnung. Da zwischen $P = 900$ und 4500 kg auf 900 kg Belastungszunahme nach Versuchsreihe 2 und 3 im Mittel eine Verlängerung von $\frac{2{,}4575}{1200}$ der Messlänge 15 cm entfällt, so ist der Dehnungskoeffizient

$$\alpha = \frac{2{,}4575 \,.\, 3{,}05}{1200 \,.\, 15 \,.\, 900} = \frac{1}{2\,162\,000}$$

Die an den Platten erlangten Versuchsergebnisse sind in den Zusammenstellungen 2 bis 9 enthalten; sie sind in voller Ausführlichkeit mitgeteilt, damit der Leser über das, was mit den Versuchskörpern vorgenommen wurde, und über den Verlauf der Prüfung genau unterrichtet ist, die vorstehenden Rechnungen und Folgerungen selbst prüfen kann und Gelegenheit hat, aus den Ergebnissen eigene Schlüsse zu ziehen.

Wie die Zusammenstellungen erkennen lassen, sind die Versuche stets mehrmals wiederholt worden; hierdurch wurde einesteils eine Kontrolle über die Genauigkeit der Messung ausgeübt, andernteils wurden die bleibenden Formänderungen ausgeschieden. *Bei der Wiederholung der Belastung kommen dann nur noch die rein elastischen Durchbiegungen zum Vorschein, mit denen es die allgemeine Elastizitätslehre in ihrer heutigen Form allein zu tun hat, und welche demgemäss bei der Berechnung des Dehnungskoeffizienten aus den Plattenversuchen zu Grunde gelegt werden müssen.*

Bleibende Formänderungen stellen sich bei der erstmaligen Belastung fast ausnahmslos ein[8]), und zwar bei Be-

[8]) Auch bei den einfachen Zugversuchen zeigen sich bei Belastungen unterhalb der Proportionalitäts- und Streckgrenze zuweilen nicht unbeträchtliche bleibende Dehnungen, welche bei Wiederholung des Versuches nicht oder kaum mehr zum Vorschein kommen; siehe die in Zusammenstellung 12 bis 15 angeführten Zugversuche und *C. Bach*, Elastizität und Festigkeit, 3. und 4. Aufl., unter Zugversuche mit Flusseisen und Stahl.

lastungen, bei denen eine Ueberanstrengung des Materials keineswegs stattgefunden haben kann, sofern es gleichartig

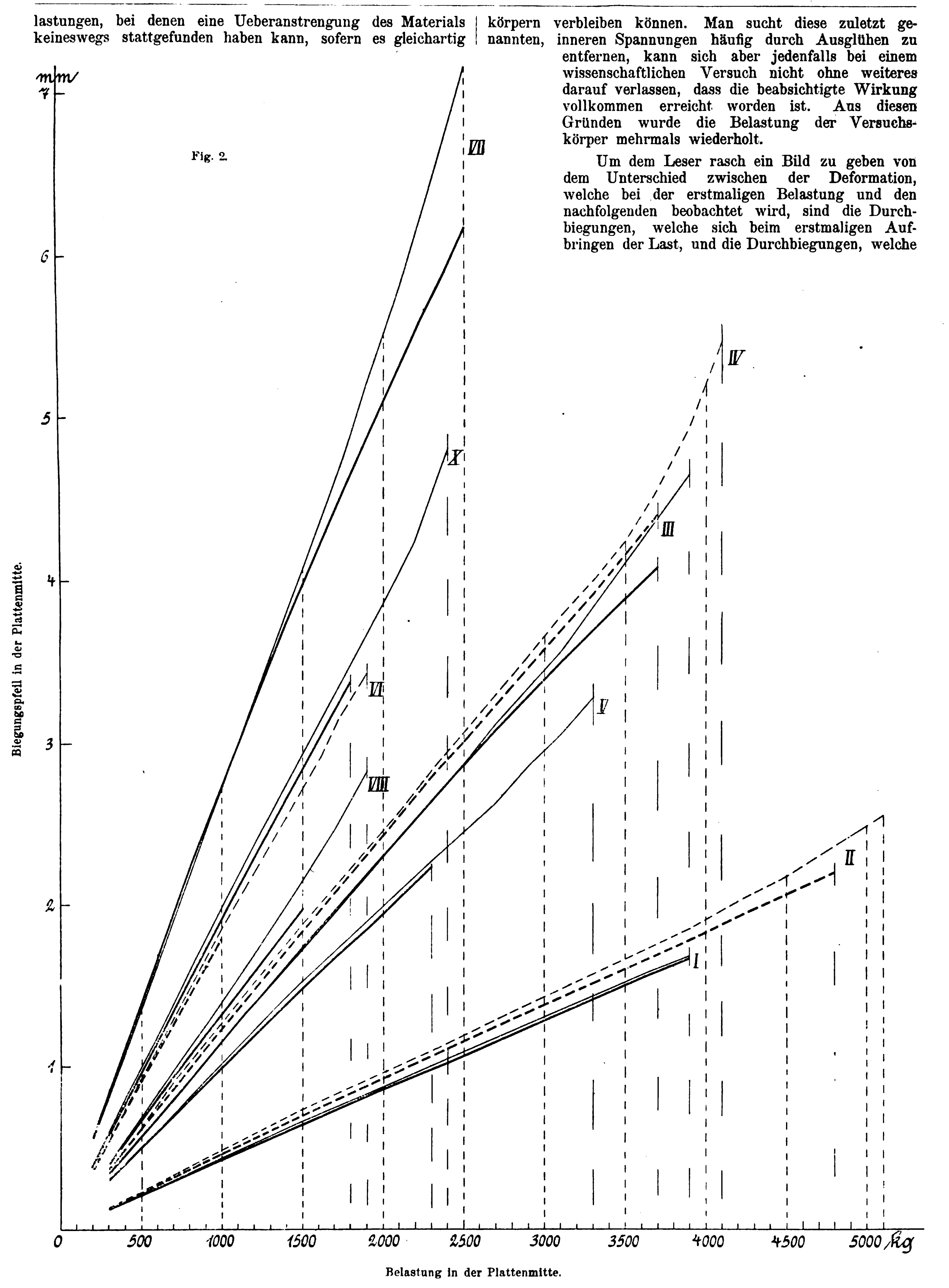


Fig. 2.

und frei von inneren Spannungen war, welche vom Hüttenprozess oder der mechanischen Bearbeitung in den Versuchskörpern verbleiben können. Man sucht diese zuletzt genannten, inneren Spannungen häufig durch Ausglühen zu entfernen, kann sich aber jedenfalls bei einem wissenschaftlichen Versuch nicht ohne weiteres darauf verlassen, dass die beabsichtigte Wirkung vollkommen erreicht worden ist. Aus diesen Gründen wurde die Belastung der Versuchskörper mehrmals wiederholt.

Um dem Leser rasch ein Bild zu geben von dem Unterschied zwischen der Deformation, welche bei der erstmaligen Belastung und den nachfolgenden beobachtet wird, sind die Durchbiegungen, welche sich beim erstmaligen Aufbringen der Last, und die Durchbiegungen, welche sich bei der jeweils letzten Versuchsreihe eingestellt haben, für die Versuche I bis VIII und X in Fig. 2 bildlich

dargestellt[9]), indem die Belastungen als wagerechte Abscissen, die zugehörigen Durchbiegungen als senkrechte Ordinaten aufgetragen sind.

Eine Durchsicht der Versuchsergebnisse in den Zusammenstellungen 2 bis 11 zeigt, dass die Durchbiegungen der zweiten und folgenden Versuchsreihen so gut wie unveränderlich bleiben, wenigstens bei den niederen Belastungsstufen, bei denen sich die Anstrengung der Platten in mässigen Grenzen hält; diese aber können zur Beurteilung der Theorie allein in Frage kommen. Eine wesentliche Aenderung der Grösse derjenigen Durchbiegungen, welche bei niederen Belastungen auftraten, war bei den vorliegenden Versuchen auch dann nicht erkennbar, wenn das Plattenmaterial durch die Belastungen bei den vorangehenden Versuchsreihen in einzelnen Punkten stark (über die Streckgrenze hinaus) überanstrengt worden war.

Die Anfangsbelastung war nicht 0, sondern — je nach der Plattenstärke — 200 oder 300 kg. Die Belastung wurde während einer Versuchsreihe stufenweise (stets in gleichem Sinne) erhöht, nach Beendigung derselben auf 50 bezw. 150 kg erniedrigt und dann wieder auf die Anfangsbelastung eingestellt. Damit war eine sichere Ablesung des Instruments zur Messung der Durchbiegungen ermöglicht, dessen Zeiger sich während einer Versuchsreihe stets gleichsinnig bewegte. Der Einfluss möglicherweise vorhandenen toten Ganges oder Reibungswiderstandes im Messinstrument, der bei einem Wechsel der Zeigerbewegung besonders fühlbar wird, wurde so unwirksam gemacht und die Ablesung des Messinstrumentes bei der Belastung Null, die bei der vorliegenden Versuchsanordnung besonders unsicher würde, vermieden.

(Fortsetzung folgt).

[9]) Die kräftigen Linien bedeuten federnde, die schwachen gesamte Durchbiegungen. Einige der Linienzüge sind der Deutlichkeit halber gestrichelt worden. Aus demselben Grunde wurde Versuch IX nicht abgebildet.

Neuere Einrichtungen zur Kühlung Dynamo-elektrischer Maschinen.

Bekanntlich hängt der Materialaufwand elektrischer Maschinen unmittelbar von ihrer zulässigen Erwärmung ab. Er wird um so kleiner, je geringer die Wärmeentwicklung in solchen Maschinen bezw. je besser die Kühlung der letzteren ist. Man hat sie daher schon früh, um Material zu sparen, mit besonderen Kühlvorrichtungen versehen. Namentlich in neuerer Zeit, in der das Streben der Technik vorzugsweise dahin geht, die Belastungsfähigkeit der Maschinen möglichst hoch zu treiben, um letztere voll ausnutzen zu können, hat man sich eingehender mit der Ventilation von Dynamomaschinen befasst und die Erwärmung letzterer durch verhältnismässig einfache und zweckmässige Einrichtungen zu bekämpfen gesucht.[1])

Fig. 1.

Eine sehr einfache Einrichtung, welche diesem Zwecke dient, ist *Pichler* durch D. R.-P. 131 459 geschützt worden.

Wie Fig. 1 zeigt, wird hier die Kühlung durch Vergrösserung der abzukühlenden Oberfläche erreicht. Zu dem Ende werden zwischen die feststehenden, sich erwärmenden Blechpakete *b* des Induktors, Platten oder Scheiben *a* aus einem gut wärmeleitenden Material derart eingelegt, dass sie über die äussere Mantelfläche der Spulen bezw. Blechpakete vorstehen. Hierdurch wird, ähnlich wie bei Rippenheizkörpern, eine wesentliche Oberflächenvergrösserung bewirkt.

Auf demselben Grundgedanken, wie die eben gekennzeichnete Anordnung, beruht auch die der *Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert & Co.* in Nürnberg unter D. R.-P. 122 778 geschützte Einrichtung zur Kühlung der Drahtwicklungen elektrischer Maschinen und Apparate, welche namentlich die bei Spulen mit zahlreichen Drahtlagen sich in den mittleren Windungen bildende Wärme zu vermindern sucht.

Da die Wicklung aus Drähten besteht, die mit schlechten Elektrizitätsleitern umgeben sind, welche die Fortleitung der Wärme aus dem Innern nach aussen erschweren; so kann im Innern einer Magnetspule eine beträchtlich höhere Temperatur herrschen, als aussen wahrnehmbar wird, und zwar wird diese um so höher sein, je weiter der Mittelpunkt der Wicklung von der Mantelfläche der Spule entfernt ist, welche die Wärme nach aussen abgeben kann. Die vorliegende Erfindung beabsichtigt nun, die Luftkühlung bis tief in das Innere der Spule hineinzuleiten, um auf diese Weise Ueberhitzungen zu vermeiden und den Grad der Erwärmung messen zu können. Zu dem Zweck wird gemäss Fig. 2—4 ein zwei- oder mehrteiliger Blechkasten von **U** förmigem Querschnitt, der zweckmässig durch Bolzen *c*, Stützen oder dergl. abgesteift ist, in die Wicklung *a* eingebettet. Da der Einsatzkasten *b* mit dem Maschinengestell *d* (Fig. 4) keine Verbindung hat, so werden zwischen ihm und der ihn umgebenden Drahtwicklung

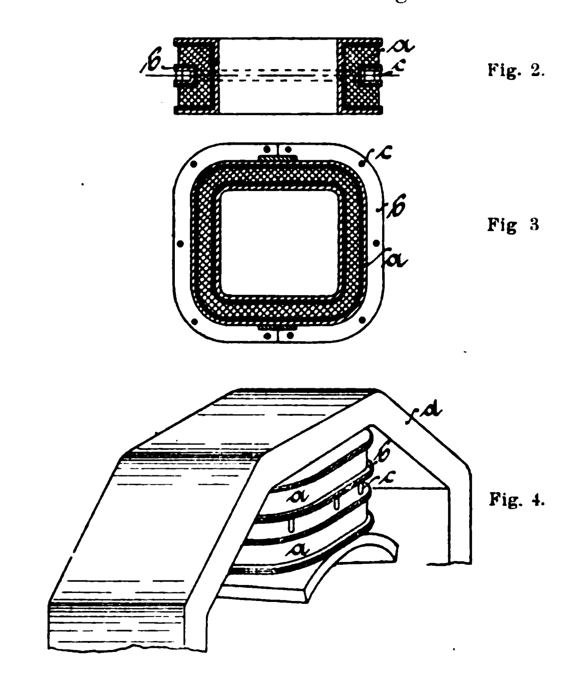


Fig. 2.

Fig 3

Fig. 4.

hohe Spannungen nicht entstehen können und man braucht ihn daher nur wenig zu isolieren, wodurch seinem Zweck, die Wärme möglichst vollkommen zu leiten, entsprochen wird.

Die eben beschriebenen Einrichtungen suchten im

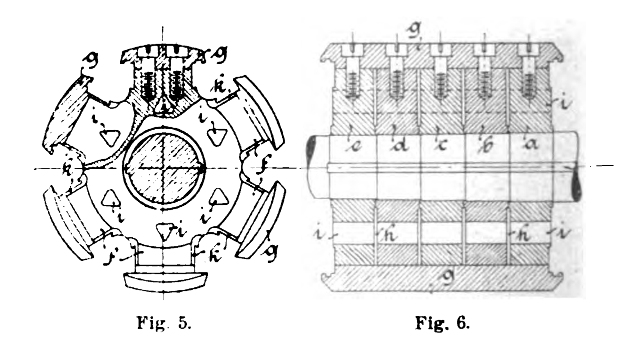


Fig. 5. Fig. 6.

wesentlichen die zu starke Erwärmung der ruhenden Teile von Dynamomaschinen zu bekämpfen. Fig. 5 u. 6 veranschaulichen, wie sich beim umlaufenden Teil eine wirksame Kühlung schaffen lässt. Die Anordnung (D. R.-P. 127 872)

[1]) s. D. p. J. 1902, **307**, 772.

stellt einen von *Lamme*, Chefingenieur der Westinghouse Elektrizitätsgesellschaft, entworfenen Feldmagneten für hohe Drehzahl dar, der sich durch einfache und dauerhafte Bauart auszeichnet.

Der Feldmagnet ist aus einer Anzahl ringförmiger Stücke *a* bis *e* zusammengesetzt, welche mit Polvorsprüngen *f* und daran festgeschraubten Endblöcken oder Platten *g* versehen sind, die sämtlich von einem Ende des Feldmagneten zum anderen reichen und je ein Polstück darstellen. Die einander benachbarten Flächen der verschiedenen Einzelstücke des Feldmagneten sind durch Luftzwischenräume *h* von einander getrennt, die mit in gleicher Linie angeordneten Durchlochungen *i* der Stücke *a* bis *e* in Verbindung stehen. Ausserdem können in den Polvorsprüngen auch seitliche Nuten *k* eingearbeitet sein, die mit den vorerwähnten Luftzwischenräumen in Verbindung stehen. Auf diese Weise ist eine gründliche Lüftung des Feldmagneten gesichert und einer erheblichen Steigerung der Temperatur wirksam vorgebeugt.

Bei Blechankern hat man zur Erzielung einer kräftigen Kühlwirkung zwischen einzelnen Blechpaketen mehrfach Rippenscheiben angeordnet. Hierdurch werden Kanäle geschaffen, die den Ankerkern durchziehen, so dass Luft frei durchtreten und die Wärme von den erhitzten Kernblechen abführen kann. Diese Lüftungsscheiben hat man, um sie möglichst leicht zu machen und gleichzeitig ihre Herstellungskosten zu vermindern, vielfach aus Blechringen angefertigt, aus welchen Buckel oder Lappen herausgedrückt wurden, die zur Sicherung des Abstandes der Blechpakete des Ankers dienten. Es zeigt sich indessen, dass die herausgedrückten Buckel zu schwach im Material waren, so dass sie bei dem späteren hydraulischen Zusammenpressen der Ankerbleche eingedrückt wurden, wodurch der ursprünglich beabsichtigte Abstand wesentlich verringert wurde. Herausgestanzte Lappen legten sich beim Zusammenpressen der Bleche völlig um, so dass sie erst recht nicht verwendbar waren. Um diesen Nachteil zu vermeiden, verwenden die *Bergmann-Elektrizitätswerke A. G.* in Berlin laut D. R.-P. 136878 hohle Rippen, die ebenfalls aus Blech gedrückt werden, aber mit dem Unterschiede, dass die Rippen nicht aus dem Blech herausgezogen, sondern nur durch einfaches Drücken, d. h. durch Falten des Bleches hergestellt werden. Hierdurch ist man in der Lage, den Rippen jede beliebige Höhe zu geben; man kann daher die Abstände zwischen den Blechpaketen, oder zwischen ihnen und den Bordscheiben, beliebig gestalten. Wie aus Fig. 7—9 ersichtlich, muss die Lüftungsscheibe *c* aus einem mit Zähnen versehenen Blechring hergestellt werden, dessen Umfang um die doppelte Höhe der Rippen *d*, multipliziert mit der Anzahl derselben, grösser ist als der Umfang der fertiggestellten Lüftungsscheibe. Denn nur auf diese Weise ist es möglich, dass die Wandstärke der Uförmigen Rippen die gleiche ist, wie die des zwischen den Rippen befindlichen Bleches. Die Uförmig oder auch annähernd halbkreisförmig gestalteten Rippen halten wegen ihrer Form und wegen ihrer Wandstärke den Druck beim Zusammenpressen leicht aus. Es ist nicht erforderlich, dass die Lüftungsscheiben *c* auf ein Ankerblech *a* aufgenietet werden; sie lassen sich auch derart herstellen, dass sie, wie die Ankerbleche *a*, unmittelbar auf die Ankerwelle aufgeschoben werden können.

Fig. 7.

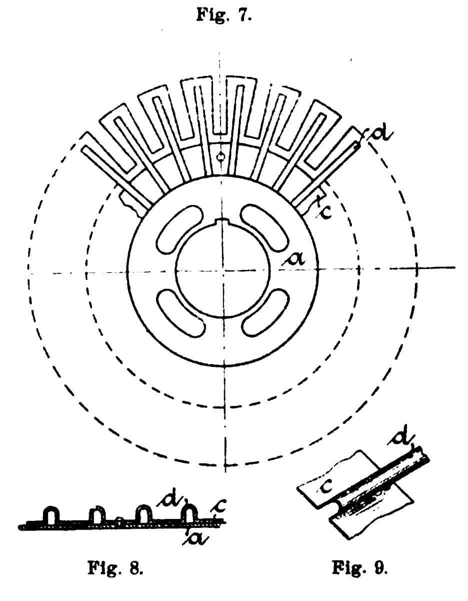


Fig. 8. Fig. 9.

Bei Maschinen der ebenbeschriebenen Art, welche Anker mit Lüftungskanälen aufweisen, hat man die übermässige Erwärmung durch Anwendung mechanischer Kühlung noch erfolgreicher zu bekämpfen gesucht. Eine gebräuchliche Einrichtung zum Kühlen von Gleichstrommaschinen besteht bekanntlich in der Anwendung einer oder mehrerer Luftspalten im umlaufenden Teile senkrecht zur Achse, die mit den flügelartig angeordneten Zwischenstücken zum Erhalten des Abstandes der den Luftspalt begrenzenden Ankerteile eine Art Ventilator bilden, Luft durch der Achse nahe und parallele Kanäle ansaugen und am Umfange ausstossen.

Diese Einrichtung zeigt bei Gleichstrommaschinen, besonders wenn deren Gehäuse in halb geschlossener Bauart ausgeführt ist, den Mangel, dass die Luftbewegung und die Lufterneuerung zwischen den Feldmagnetschenkeln zu deren ausgiebigen Kühlung nicht genügt, da es leicht vorkommen kann, dass die vom Anker angesaugte Luft auf beiden Seiten der Maschine teilweise einen beständigen Kreislauf ausführt. Ausserdem wird die Verstärkung der Luftbewegung durch den Anker immer wünschenswert sein, und ebenso ist es angezeigt, auf gleichzeitige Kühlung des Stromwenders bedacht zu sein, der von der oben gekennzeichneten einfachen Kühlungseinrichtung wenig oder gar keinen Nutzen zieht.

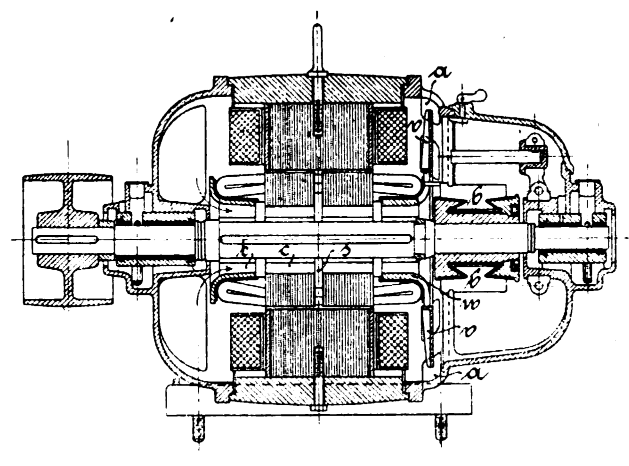


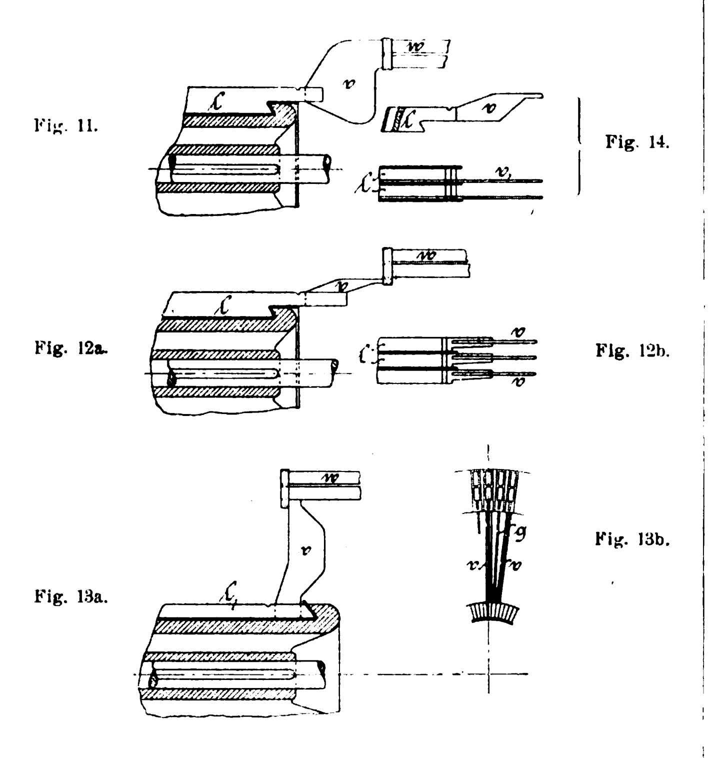
Fig. 10.

Dem genannten Mangel helfen in einfacher Weise *Siemens & Halske* durch die mit D. R.-P. 144107 geschützte Kühlungseinrichtung für Gleichstrommaschinen ab. Sie hat auch den Vorteil, dass ihre Anwendung auf Maschinen gebräuchlicher Bauart ohne Aenderungen möglich ist und deshalb nach Bedarf eintreten oder unterbleiben kann.

Fig. 10 zeigt den Längsschnitt einer Gleichstrommaschine, deren Lager von durchbrochenen Lagerschilden getragen werden, und die im übrigen in gebräuchlicher Weise durchgebildet ist. In den Schlitz *s* des Ankers münden die Kanäle *c*, die links, auf der Riemscheibenseite durch den Wicklungsträger *t* mit der Aussenluft in Verbindung stehen, rechts, auf der Stromwenderseite, dagegen durch den Wicklungsträger *w* nach dem auf demselben Wicklungsträger angeordneten Ventilator *v* führen. Letzterer besteht einfach aus einer ringförmigen Metallscheibe mit innerem Rande und nach den Feldmagneten hin vorspringenden Rippen. Dem Ventilatorrande gegenüber ist das Lagerschild mit einer Anzahl Durchbrechungen *a* von reichlichem Querschnitte versehen. Die Wicklungen der Feldmagnetschenkel ersetzen dabei einigermassen die zweite Seitenwand des Ventilators. Infolge der Tätigkeit des letzteren streicht die Luft in einer Richtung an den Feldmagnetschenkeln und über den Anker vorbei; die Wirkung des Ventilatorschlitzes im Anker wird verstärkt und die von links her in die Kanäle *c* eintretende Luft geht teilweise in diesen nach dem Stromwender zu und zwischen den Verbindungsstreifen der Stromwenderstege *b* mit der Ankerwicklung hindurch nach dem Ventilator *v*. Ebenso

saugt dieser infolge seines grösseren inneren Durchmessers Luft über den Stromwender hinweg und lässt auch noch Luft zwischen seinem äusseren Umfange und dem Lagerschilde nach den Durchbrechungen *a* treten. Durch die zweckmässige Anordnung des vorliegenden Ventilators, welcher sich ohne Schwierigkeiten an fertigen Maschinen üblicher Bauart anbringen lässt, wird somit, wie ersichtlich, eine ausgiebige Luftbewegung und befriedigender Luftwechsel an allen zu kühlenden Oberflächen erzielt.

Die Anwendung eines besonderen Ventilators hat man mitunter zu vermeiden gesucht, indem man die über die Stirnseiten des Ankers greifenden Wicklungsteile flügelartig ausbildete, so dass sie wie ein Gebläse wirkten. Im Zusammenhang hiermit hat man bei Gleichstrommaschinen auch noch besondere Einrichtungen vorgesehen, um den Stromwender gegen übermässige Erwärmung in ausgiebigem Masse zu sichern. Diese beiden Gesichtspunkte sind bei den in den Fig. 11—14 dargestellten Anordnungen berücksichtigt


Fig. 11. Fig. 14. Fig. 12a. Fig. 12b. Fig. 13a. Fig. 13b.

worden, für welche die Firma *Siemens & Halske* das D. R.-P. 135950 erhalten hat. In Fig. 11 sind die Stromwenderstege *l* durch besondere Verbindungsstücke *v*, wie solche ohnehin bei grösseren Ankern benutzt werden, mit der Ankerwicklnng *w* verbunden. Die Verbindungsstücke *v* sind hier zu flachen, breiten Flügeln ausgestaltet, die nach Massgabe der Stromwenderteilung erhebliche Zwischenräume unter sich haben. Bei Drehung des Ankers wirken die Verbindungsstücke *v* nach Art von Ventilatorflügeln ansaugend auf die Luft in dem durch den Stromwender, die Wicklung und den Eisenkörper des Ankers gebildeten Raume. Durch den hohlen Stromwenderkörper wird so eine stetige, kräftige Luftbewegung von aussen zwischen die Verbindungsstücke *v* hindurch eintreten, wodurch diese Stücke bei ihrer grossen Oberfläche stark gekühlt werden und die ihnen von den Stegen *l* zufliessende Wärme leicht an die durchstreichende Luft abgeben können. Unter Umständen kann es sich empfehlen, die Stege *l* selbst teilweise im Sinne der ventilatorartig wirkenden Flügel auszubilden, wie Fig. 12 a und 12 b zeigen, wo zwischen den überstehenden Stegen, die in Schlitzen die Verbindungsstücke *v* tragen, durch Verjüngung der Umfangsrichtung Spalten für die durchstreichende Luft vorgesehen sind. Fig. 13 a und 13 b zeigen eine andere, für grössere Anker passende, aus Fig. 11 abzuleitende Form der Verbindungsstücke *v*, wobei zur Vermeidung von Kurzschluss zwischen benachbarten Spulen die flügelartigen Stücke *v* (Fig. 13b) mit gewöhnlichen schmalen, nach Befinden isolierten Verbindungsstreifen *g* abwechseln können. Eine besondere Ausführungsform zeigt endlich Fig. 14. Neben den eigentlichen Steg *l* von gebräuchlicher Form ist ein aus Blech gestanzter dünner Steg gelegt, der das Profil des ersteren enthält und in seiner Fortsetzung nach rechts als Verbindungsstück *v* nach Art der oben beschriebenen, besonders angesetzten ausgebildet ist.

Oefter hat man auch durch Vergrösserung der Oberfläche des Stromwenders dessen Wärmeabgabe zu verbessern getrachtet. Die hierdurch bedingte grössere Baulänge beeinträchtigt indessen in den meisten Fällen die mechanische Festigkeit des Stromwenders. Diesem Mangel will die *Siemens & Halske* durch D. R.-P. 142339 geschützte Einrichtung abhelfen, welche gleichzeitig durch Anordnung einer wirksamen Kühlvorrichtung die Oberfläche und somit die Länge des Stromwenders herabzuziehen sucht. Fig. 15 zeigt einen in diesem Sinne ausgebildeten Stromwender, den man sich einfach aus zwei kürzeren Stromwendern auf derselben Achse entstanden denken kann, wobei je ein Steg des einen Stromwenders mit einem solchen des anderen durch ein Zwischenstück leitend verbunden ist.

Fig. 15.

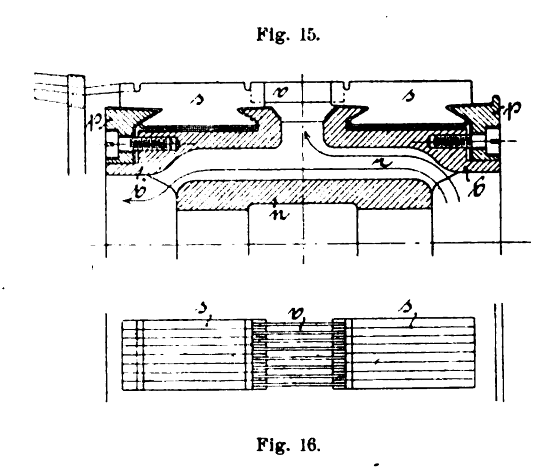


Fig. 16.

Von der Nabe *n* (Fig. 15) werden durch Rippen *r* die Stromwenderbuchsen *b* getragen, deren hinterdrehte Ränder im Verein mit den Pressringen *p* die nach innen schwalbenschwanzförmig ausgebildeten Stege *s* in bekannter Weise festhalten. An den Stromwender links ist die Ankerwicklung angeschlossen. Zwischen den beiden Buchsen *b* ist ein freier Zwischenraum gelassen, über den hinweg die Verbindungsstücke *v* (Fig. 15 u. 16) je zwei Stege der Stromwender verbinden. Diese Verbindungsstücke *v* können nun wesentlich schmaler gehalten werden als die Stege selbst; sie wirken deshalb zusammen mit den Rippen *r* ventilatorartig auf die von rechts zuströmende Luft. Die Verbindungsstücke zwischen den Stegen bestehen dabei aus schmalen, hochkantigen Streifen aus einem die Wärme und Elektrizität gut leitenden Material, die bei genügendem Querschnitte und verhältnismässig grosser Oberfläche erfahrungsgemäss stark wärmeentziehend auf die Stege wirken.

Während somit durch die beschriebene Konstruktion infolge der Zerlegung der sonst unzweckmässig langen Stege in kürzere die Festigkeit des Stromwenders in hohem Grade gesteigert ist, kann bei zweckmässiger Wahl der Verhältnisse die gesamte Länge verringert werden, da die Kühlvorrichtung eine grössere Verkürzung zulässt als andererseits für die Verbindungsstücke *v* an Länge zuzugeben ist. Auf der dem Anker zugekehrten Stromwenderseite kann ausserdem noch Gebrauch gemacht werden von der durch D. R.-P. 135950 geschützten Kühlvorrichtung. Die Verbindungsstücke *v* werden gewöhnlich zwischen zwei einander gerade gegenüberliegenden Stegen geführt. Indessen können selbstverständlich unter Umständen auch gegeneinander versetzte Stege durch schräg verlaufende Verbindungsstücke verbunden werden.

Neuerungen in der Papierfabrikation.

Von Professor **Alfred Haussner**, Brünn.

(Schluss von S. 715 d. Bd.).

d) Geklebte Papiere.

Was die Klebstoffe selbst anlangt, so ist man grösstenteils auf die bereits bekannten angewiesen, die sich ja auch als ausreichend verwendbar erweisen. *Emil Hanviller* in Mühlhausen stellt einen „unzerstörbaren Gummi A“ her, der damit geklebte Flächen selbst nach achttägigem Liegen in kaltem Wasser nicht auseinandergehen lässt. Ein Gemisch von 3 kg solchen Gummis auf 15 kg halbfeiner Stärke hat sich als besonders empfehlenswert gezeigt. Die Unempfindlichkeit gegen Wasser wird dadurch erhöht, besonders nach achttägiger Lagerung der geklebten Teile. *A. Brandegger* in Stuttgart empfiehlt „Colloid“ als Klebstoff. Colloid ist säurefrei und greift die Farben des Papieres nicht an, ist farb- und geruchlos, klebt glatt und macht nicht wellig. Es liegen günstige Zeugnisse von Papierwarenfabriken vor.

Die Klebstoffe werden entweder von Hand aufgetragen oder, wie es in den Papierverarbeitungsfabriken heute wohl meist geschieht, mit Hilfe von Maschinen. Man kann entweder so vorgehen, dass man geeignete Flächen auf und abschwingend in das Klebstoffbad taucht und dadurch mit den heraufkommenden Flächen Klebstoff verfügbar und durch einen Bogen oder eine Bahn abnehmbar macht, — oder man wendet Tauchwalzen an, welche sich, teilweise in den Klebstoff tauchend, fortgesetzt drehen und an der Mantelfläche adhärierend Klebstoff nach oben nehmen, um diesen unmittelbar oder besser noch durch eine zwischen geschaltete Walze an das Papier weiter zu geben, ähnlich, wie es ja auch bei dem Auftragen von Farbe vorkommt. Nach der ersten Art verfahren *R. Glieman* nach D. R.-P. 95175 und *H. Eyster Smyser* nach den D. R.-P. 101468 und 107195. *Gliemann* beispielsweise senkt ein Sieb in die Klebmasse, zieht es dann empor und legt den zu überziehenden Bogen von Hand aus auf das mit Klebmasse versehene Sieb, um ihn dann auch von Hand aus weiterzugeben.

Eine grössere Reihe von Patenten bezieht sich auf das eigentlich vom maschinellen Standpunkte aus betrachtet wesentlich bequemere Auftragen des Klebstoffes mit Hilfe von Walzen. So nimmt *Stanley* nach amerikan. Patent 662606 sogar dem Tapezierer das Bekleistern der Tapeten durch eine einfache Walzenauftragsvorrichtung ab. *Charles Closset* gibt im D. R.-P. 98793 eine Klebemaschine an, bei welcher verschiedene Papiere und Pappen, durch eine Fadenleitung veranlasst, selbsttätig die Maschine passieren. Eine unten liegende Tauchwalze nimmt aus einem in der Höhe einstellbaren Trog den Kleister und gibt ihn an filzbekleidete Walzen ab, zwischen welchen die Bogen hindurchgehen. In den keilförmigen Winkeln, zwischen je zwei Walzen, sammelt sich immer etwas Kleister an, wodurch gleichmässiges Auftragen gesichert ist. Vergl. weiter unten die Maschine von *Müller*.

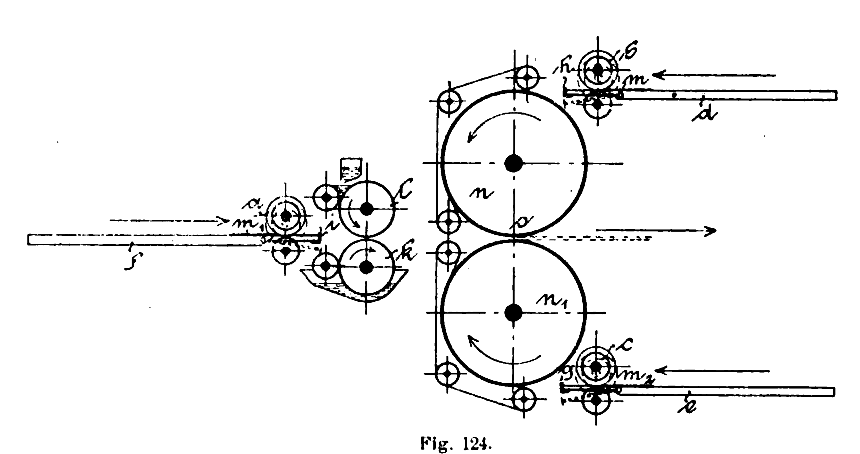


Fig. 124.

Friedrich Müller in Potschappel wendet nach seinen D. R.-P. 110402 und 119844 sinnreich konstruierte Tische, bezw. Führungen für die zu klebenden Bogen an, wobei unter Umständen sehr grosse Maschinen gebaut werden: Es können Bogen bis zu 168×250 cm gummiert werden. Bei einer Maschine werden die Bogen durch Greifer gefasst und um eine grössere Trommel geführt, wobei ein Bogen mit Klebstoff von einer Auftragwalze versehen wird, während der andere durch Walzendruck an diesen gedrückt wird. Die zweiseitige Beklebemaschine nach D. R.-P. 119844 arbeitet in folgender Weise. (Fig. 124.) Die Bogen liegen auf den Tischen *d*, *e*, *f* und zwar bis zu den Anschlägen *h*, *g*, *i* bezüglich, was bezweckt, später genaues Aufeinanderliegen der Bogen zu erreichen. Die Anschläge senken sich gleichzeitig und geben so den bezüglichen Bogen zum Fortschreiten frei, während auch gleichzeitig die gehoben gewesenen, oberen Transportwalzen *a*, *b*, *c* sich senken und drehen, um die Bogen m, m_1, m_2 gegen die grossen Trommeln n, n_1 zu schieben. Der mittlere Bogen m_1 wird durch die beiden Auftragwalzen *k*, *l* mit Klebstoff versehen. *k* ist eine typische Tauchwalze, welche Klebstoff aus einem Troge entnimmt und durch eine berührende Walze von dem Ueberschuss an Klebemittel befreit wird. *l* erhält aus einem Vorratsgefäss in den Raum zwischen *l* und der anliegenden Abstreifwalze ununterbrochen Klebstoff und überträgt ihn, ebenso wie die Unterwalze *k*, bei der Drehung nach den eingezeichneten Pfeilen auf den Bogen m_1. Mittlerweile sind die beiden anderen Bogen durch die Bänderführung um die Trommeln n, n_1 bezüglich gegen die Stelle *o* gekommen und werden nun mit dem Bogen m_1 verbunden.

Ganz hübsche Gedanken finden sich auch in den *Jagenberg*schen Klebemaschinen. D. R.-P. 106198, 118578, 119894 und 119990. Das erste dieser Patente ist allerdings gelöscht worden. Es wird auf gute Führung der zu klebenden Bogen gedacht und auch an das Verstreichen des Klebstoffes, dadurch, dass man der Auftragwalze grössere Geschwindigkeit als den zugeführten Blättern erteilt.

Ernst Oeser will nach den D. R.-P. 115748, 119665 und 127156 insbesonders die aneinander geklebten Teile (Papierbahnen) geschickt austrocknen, ohne Blasenbildungen, Verziehen oder dergl. fürchten zu müssen. In einer Art führt er die Bahnen, mit Klebstoff geeignet versehen (Auftragwalzen) hintereinander auf eine grosse Trockentrommel und leitet die geklebte Pappe dann ab. In einer zweiten Art werden vorerst zwei oder drei Bahnen mit einander verklebt und getrocknet, und dann erst diese untereinander vereinigt. Endlich schlägt *Oeser* vor, den Kleister nicht fertig aufzustreichen, sondern die rohe Stärke in Wasser aufzuschlämmen, so auf die einzelnen Papierbahnen aufzutragen und diese erst dadurch zu verkleben, dass die mit der aufgeschlemmten Stärke getränkten Bogen über geheizte Trockenzylinder geführt werden, wobei auch die Stärke durch die Wärme der Trockenzylinder erhitzt und verkleistert wird.

Papier und Metall kann in verschiedener Art verbunden werden. Kleister, Gummi oder Leim halten wohl im allgemeinen als Zwischenmittel schlecht. Wenn man aber durch Sodalösung das Metall reinigt und mit einem fettfreien Lappen trocken reibt, sodann Zwiebelsaft auf die Metalloberfläche bringt, so kann Papier mit gewöhnlichen Mitteln so fest mit dem Metall verklebt werden, dass es nur mit Gewalt vom Papiere zu trennen ist.

Karl Endruweit bringt nach D. R.-P. 97570 galvanische Niederschläge mit Papierbahnen zusammen: Metallpapiere.[16])

[16]) Vergl. D. p. J, 1894, **294**, 77.

Er wendet ein endloses, auf seiner Oberfläche geeignet isoliertes Metallband an, welches je nach der Stärke der gewünschten Metallniederschläge schneller oder langsamer durch eine Anzahl galvanischer Bäder geführt wird, worauf die Niederschläge von einer mit Klebstoff versehenen Papierbahn unter Presswalzendruck abgenommen und in einer Trockenvorrichtnng getrocknet werden. Ganz interessant ist die Angabe von *Dr. Theodor Koller* in den „neuesten Erfindungen und Erfahrungen“ 1899 No. 6, wonach Seidenpapier ganz wohl an Stelle von Taffet zu chirurgischen Zwecken benutzt werden kann. Wenn man nämlich Seidenpapier mit Salicilsäure, arabischem Gummi und destilliertem Wasser, dazu aber auch noch mit etwas Glyzerin tränkt, so erhält man grosse Klebkraft, neben auffallender Geschmeidigkeit des Papiers. Nie wird das Papier glasig oder brüchig. Auch beim Antrocknen spannt und reisst es über Wunden niemals.

e) geprägte, gepresste, gewellte Papiere und Papierstoffe.

Sehr prägefähige Pappe stellt *G. v. Alvensleben* in Wien dadurch her, dass Halbstoff, auf gewöhnliche Weise erzeugt und über Siebböden entwässert, mit Aetzkali- oder Natronlauge behandelt und dann einer Säure ausgesetzt wird, welche nur neutralisieren soll. Auf diese Weise bekommt man ein sehr poröses, schwammiges Zeug, welches dann fertig gemahlen und auf der Langsiebmaschine ohne Pressen zu dünnen Pappen verarbeitet wird.

Zur Beschleunigung der Arbeit beim Prägen wendet *Karl Krause* bei seiner Presse zwei Rahmen an, welche abwechselnd in die Maschine mit den zu prägenden Papieren eingeschoben werden, bzw. zur Beschickung bequem sich ausserhalb der eigentlichen Presse befinden. (D. R.-P. 103498). Dieselbe Firma wendet nach D. R.-P. 101501 Pressung nach geraden Linien an, um längs diesen die Pappe ohne Schädigung und Verschwächung biegen zu können.

Gekrepptes Papier kann nach *R. Wiegard*, D. R.-P. 118864, mit Längsstreifen gemustert, dadurch gewonnen werden, dass der Schaber, welcher das an der Mantelfläche einer grösseren Trommel herankommende Papier ablöst und staucht, nicht geradlinige Stauchkante erhält, sondern eine solche mit Einschnitten verschiedener Art, wodurch man dann eine Verschiedenheit in den entstehenden Falten erzwingt. Erzeugt man gewelltes Papier durch Walzen zwischen entsprechenden Körpern (vergl. D. p. J. 1894, **294**, 77) und drückt man dann die Wellenberge durch mit Farbe versehene glatte Walzen nieder, so erhält man Papier mit erhabenen und vertieften Stellen, das Relief erhaben gefärbt auf naturfarbigem Untergrund. Federndes Wellpapier erzeugt nach D. R.-P. 107082 die *Patent-Kartonnagenfabrik* in Berlin. Als Verpackungs- sowie Unterlagsstoff ist es sehr geeignet.

Vielfach werden Gegenstände aus Papier durch Wickeln von vielen, während des Wickelns an einander geklebten Lagen von Papier gebildet. *F. Löscher* und *H. Thofern* arbeiten etwa nach D. R.-P. 118365. Sie wickeln über Dorne, bei denen Teile gegen innen eingelegt werden können, wodurch das Abnehmen der gewickelten Gegenstände vom Rohr leicht gelingt. Durch oft ausserordentlich hohe Pressung werden auch ungemein widerstandsfähige Körper erzeugt: Riemenscheiben, Drechslerarbeiten, Koffereinsätze, Oelfässer und dergl.

Nahtlose Papierrohre erzeugt auch *G. H. Sachsenröder* nach D. R.-P. 108316. Papierstreifen werden da neben, bezw. übereinander geklebt, sodass ein abgetreppter Bogen entsteht, welcher dann über einen Dorn zusammengebogen wird. *Gebr. Adt* leiten die noch nasse Papierbahn so über einen Dorn, dass die seitlichen Ränder sich übergreifen und unter Druck zusammengegautscht werden.

Lösch- und Filtrierpapiere, bzw. weiche Faserfilze können erzeugt werden, wie übrigens in diesem Aufsatze bereits berührt, durch Auftragen von Papierstoff auf ein Sieb und Trocknen ohne abzupressen, etwa mittels erwärmter Luft, allenfalls im luftverdünnten Raum. D. R.-P. 95961 von *S. Wolf*. Nach D. R.-P. 101090 nimmt *H. Karle* breiig gemachte Langfaserstoffe, imprägniert den Stoff so, dass er geschmeidig und zäh wird und appretiert zum Schluss je nach der Verwendungsart. Man drückt auch in die auf einem Langsieb laufende, weiche Papiermasse ein Baumwollfliess ein und erhält solcherart einen ungemein weichen Bodenbelag.

Um grosse Saugfähigkeit zu erreichen mischt *Th. Rosenthal* nach D. R.-P. 124721 dem Stoff im Holländer 10—15 v. H. Tier- oder Menschenhaare bei.

Holzfilzplatten erzeugt sehr porös *R. Teller* nach D. R.-P. 111505 durch Einlaufenlassen der Holzschliffmasse in eine Siebtrommel mit lotrechter Achse. Lässt man diese schnell rotieren, so wird der Stoff zentrifugiert und es setzt sich der Filz an die Siebmantelfläche an, von welcher er abgelöst wird. Uebrigens können auch unmittelbar ebene Platten durch Ausschleudern erzeugt werden.

Dr. R. Risler nnd *R. Hundhausen* überziehen nach D. R.-P. 124559 beliebige Körper mit einer papierähnlichen Schicht durch Aufspritzen von Stoff auf eine geeignete Form. Uebrigens kann der Niederschlag auch abgelöst und für sich als geformter Papierstoff benutzt werden.

R. Alpine und *F. E. Keyes* formen verschiedene Gebrauchsgegenstände, beispielsweise Papierstoffeimer durch Pressen, welche den Papierstoff von allen Seiten an die Form drücken. *Keyes* wendet nach amerikan. Patent 658851 lotrecht und wagerecht wirkende Schraubenpressen an, welche gleichzeitig gegen den in der Form befindlichen Papierstoff heranrücken.[17])

Nach D. R.-P. 107198 wird von *M. Oesterheld* in Gotha ein Papierverpackungsstoff erzeugt. Gummierte Papierunterlage (oder auch Gewebe) wird mit darauf gepresster Holzwolleschicht in dem Zweck entsprechende Stücke geschnitten und zwischen Matritze und Patritze in die gewünschte Form gepresst. Walzwerke rufen glatte Platten hervor.

Endlich sei der *Papierwolle* gedacht. Diese erzeugt *Bolle & Jordan* in Berlin aus Seidenpapier, welches durch Walzenschneidwerke in schmale Streifen geschnitten wird. Als Verpackungs- und Füllungsmaterial, beispielsweise für Kissen, ist Papierwolle ganz geeignet.

Papierprüfung.

Die in Preussen geschaffenen *Papiernormalien*, welche bezweckten, für besondere Fälle, insbesonders bei Papieren zu amtlichem Gebrauch, ein ausreichend gutes und dauerhaftes Papier zu erkennen, bezw. Fabriken zu veranlassen, solche Papiere zu erzeugen, haben zweifellos viel Erfolg gezeitigt. Dass gewiss Verbesserungsfähiges in den Normalien enthalten ist, kann ja nicht geleugnet werden und ist die *Kgl. mech. techn. Versuchs-Anstalt* auch bemüht, begründeten Beschwerden nach Tunlichkeit abzuhelfen. So ist im Februar 1899 ein Rundschreiben an die betroffenen Kreise ergangen, worin geeignete Abänderung bezw. Ergänzung der *Normalien* angeregt wird. Bestimmtes, hinsichtlich der tatsächlichen Vornahme solcher Abänderungen, ist noch nicht zu verzeichnen, soweit dem Berichterstatter bekannt. Doch mag hervorgehoben werden, dass insbesonders die Frage wegen allfälligen Ausschlusses solcher Fabrikanten, welche oft minderwertige, nicht den Anforderungen entsprechende, aber doch als Normalpapiere bezeichnete Papiere herstellen, sehr erregten Meinungsaustausch veranlasst, von vielen Seiten unbedingte Ablehnung gefunden hat.

Immerhin erwecken die jetzt schon wirksamen, vielfach bewährten Vorschriften in den preussischen Papiernormalien bei unbefangenen Beurteilern bereits so viel Sympathien, dass ähnliches in anderen Ländern bereits eingeführt ist oder doch eingeführt werden soll. Russland besitzt in der kaiserlichen Expedition der Staatspapiere in Petersburg eine sehr vollkommen eingerichtete Abteilung für Papierprüfung. Schweden hat Vorschriften ausgearbeitet, welche den preussischen Normalien nachgebildet sind. In Nordamerika sind schöne Einrichtungen dieser Art in grösseren Papierfabriken vorgesehen. So arbeitet *Dr. de Roode* in einem schönen Laboratorium der *„International Paper Company“* in Glens Falls. *De Roode*, welcher den Methoden der preussischen Versuchs-Anstalt in Amerika Eingang verschafft hat, ist daran, für wissenschaftliche Untersuchungen eine Papierfabrik im kleinen einzurichten. Dies Beispiel der Amerikaner scheint so recht augenscheinlich den Nutzen der Papieruntersuchungen darzutun. Auch Frankreich stellt sich nunmehr innerhalb gewisser Grenzen der Papierprüfung freundlich gegenüber. Die französische Staatsdruckerei hat Vorschriften für die Lieferung ihres Papierbedarfes bekannt

[17]) Vergl. z. B. D. p. J, 1894, **294**, 78, sowie die anderen Berichte des Verfassers.



gegeben, welche sich eng an die preussischen Vorschriften lehnen.

Interessant sind einige Ergebnisse, welche durch die bisher üblichen Untersuchungsmethoden gewonnen worden sind. *Herzberg* veröffentlichte in den *„Mitteilungen der Königl. Versuchsanstalten in Berlin“* 1899 Ergebnisse über Prüfungen von bedrucktem Papier. Entgegen der herrschenden Anschauung hat sich gezeigt, dass die Papiere durch das Bedrucken keine, oder, wie das bei dem gewöhnlichen Zeitungsdruckpapier der Fall war, nur geringe Abnahme aller Festigkeitseigenschaften erlitten haben. Insbesonders Normalpapiere können anstandslos auch im bedruckten Zustande geprüft werden. Bei der Untersuchung gestrichener Aktendeckel hat sich gezeigt, dass Bruchlast und Dehnung derselben etwas grösser ist, als die der ungestrichenen Deckel. Die Reisslänge ist allerdings wegen des durch den Strich erhöhten Gewichtes zurückgegangen. Der Einfluss höherer Wärmegrade auf die Festigkeitseigenschaften von Papier ist in der Regel sehr unangenehm, allerdings verschieden bei verschiedenen Papieren. Ein altes, tierisch geleimtes Papier hat nach 142 stündiger Erhitzung auf 98 Grad noch keine Abnahme seiner Festigkeit gezeigt. Am ungünstigsten verhielt sich ein harzgeleimtes, aus Holzzellstoff erzeugtes Papier. Wenn auch weitgehende Folgerungen aus diesen Versuchen nicht sicher gezogen werden dürfen, so ist doch ein deutlicher Fingerzeig gegeben, wie sehr sich Vorsicht bei der Papiertrocknung, besonders bei der Anwendung von dampfgeheizten Trockentrommeln, empfiehlt.

Angeregt wurden von der Kgl. mech. techn. Versuchsanstalt eingehende, auf sehr lange Zeit berechnete Versuche über die Dauerhaftigkeit der Papiere mit bezug auf die Stoffzusammensetzung und Festigkeit. *Dr. R. Kayser*-Nürnberg empfiehlt in der Zeitschrift für öffentliche Chemie 1899 ein Verfahren zur Prüfung von Papier, um die Anwesenheit metallschädlicher Bestandteile festzustellen, was besonders für gewisse Packpapiere bedeutungsvoll ist. Er legt Blattsilber zwischen zusammengefalzte Blätter und setzt diese durch zwei Stunden Dämpfen siedenden Wassers aus. Waren metallschädliche Stoffe im Papiere enthalten, so bemerkt man bräunliche bis schwärzliche Flecken, auf dem Blattsilber.

Oft wird die Frage aufgeworfen, was als *„holzfreies“* Papier gelten soll. Dass es kaum denkbar ist, im Gange der Fabrikation, und sei sie noch so sorgfältig, jede Spur von Holz auszuschliessen, ist klar. Es hat manches für sich, im äussersten Falle 1 v. H., Holz zuzulassen, nachdem man von einer so geringen Menge kaum schädliche Einflüsse auf das Papier befürchten darf, wenn auch Stimmen laut geworden sind, welche der unbedingten Abwesenheit verholzter Fasern das Wort reden, sobald das Papier als „holzfrei“ bezeichnet werden soll.

Ein neues *Reagens auf Holzschliff* gibt *Friedländer* an. Rauchende Bromwasserstoffsäure färbt weisses Papier kräftig grün, sofern es verholzte Fasern enthält. Die Reaktion soll noch empfindlicher als die bekannte Phloroglucinprobe sein.

Für die *mikroskopische Untersuchung* der Papiere erweist sich als besonders vorteilhaft das Trennen der Fasern durch Farbenreaktionen. Es wird Jodjodkaliumlösung oder Chlorzinkjodlösung mit Vorliebe angewendet. Letztere wird besonders von Anfängern gern benutzt. Sie gibt eine deutliche Scheidung in die drei Gruppen: Leinen, Hanf, Baumwolle .... rot, Stroh- und Holzzellstoff .... blau, Holzschliff und Jute .... gelb. *Hans Jenke* empfiehlt in der „Papierzeitung“ 1900 S. 2868 folgende Lösung: 50 ccm gesättigte Chlormagnesiumlösung mit 2,5 ccm Jodjodkaliumlösung, welche aus 2 g Jodkalium, 1,15 g Jod und 20 ccm Wasser bereitet worden ist. Das Gemisch wird kräftig durchgeschüttelt und durch Glaswolle filtriert. Es sondert: Leinen, Hanf, Baumwolle .... braun, Strohzellstoff .... blauviolett, Holzzellstoff, gut gebleicht, ... ungefärbt, bis schwach rötlich, Holzschliff, Jute .... gelb. Die Lösung bewahrt man am besten in braunem Glasfläschchen mit Stiftstöpsel und aufgeschliffener Kappe auf. So hält sie sich im Dunkeln monatelang. Als Vergrösserungen empfiehlt *Herzberg* 50 fache, um einen Ueberblick zu gewinnen, und etwa 150 fache lineare Vergrösserung, um tatsächlich Untersuchungen zu machen. Für das staubfreie Aufbewahren und bequeme Entnehmen der Deckgläschen für mikroskopische Präparate hat die Firma *Schopper* letzter Zeit auf Veranlassung der Versuchsanstalt sehr praktische Behälter angefertigt.

Eigentümliche Ansichten hat vor kurzer Zeit *Dr. Wurster* [18]) über die Natur des Papierblattes geäussert. Er nimmt an, dass hohe Reisslänge bei vielen Papieren vor allem durch das Zusammenkleben der Fasern, einerseits durch Leim, andererseits durch „mechanisch hydratisierten“ Zellstoff zu erklären sei, den er sich durch sehr weit getriebene, schmierige Mahlung entstanden denkt. Gerade so weit zerstörte Zellwände sind aber dem gänzlichen Zerfall nach *Dr. Wurters* Ansicht viel mehr und rascher unterworfen, als die besser erhaltenen Fasern, wie man sie im rösch gemahlenen Stoff findet. *Dr. Wurster* bezweifelt darnach den Wert der Reisslänge, wenn es sich um die Frage langer Dauer für die Papiere handelt. Wenn wir aber überlegen, dass ja keineswegs bloss hohe Reisslänge für die Normalpapiere vorgeschrieben ist, sondern dass auch noch die Stoffzusammensetzung, der Knitterwiderstand usw. wohl zu beachten sind, endlich, dass es keineswegs als sicher anzunehmen ist, dass etwa die ältesten Papiere aus rösch gemahlenem Stoffe, sondern eher aus schmierigem Zeuge hergestellt worden waren, so fällt es sehr schwer, den *Wurster*schen Ansichten beizupflichten.

Cross, *Bevan* und *Beadle* [19]) vertreten die Ansicht, dass die Festigkeitsziffern besser charakterisierend dadurch zu gestalten wären, dass man das spezifische Gewicht im Zusammenhange mit dem Fasergehalt, d. h. das Verhältnis des von den Papierfasern tatsächlich eingenommenen Raumes zum ganzen Papiervolumen feststellt. Die Genannten sind hierzu durch die Rücksichtnahme auf die Füllstoffe geführt worden, weil die Vergrösserung der Füllstoffmenge veranlasst, dass die Reisslänge die Festigkeit des Papieres schlechter kennzeichnet.

Wigersma macht den Vorschlag, Filtrierpapier auf die Filtrierfähigkeit durch das verschiedenartige Verhalten des ausgefällten, schwefelsauren Baryts zu prüfen. Ein bei gewöhnlicher Temperatur erhaltener Niederschlag wird nur von besten Papieren vollkommen zurückgehalten, dagegen ein Niederschlag aus siedender Chlorbariumlösung mit siedender Schwefelsäure auch durch geringe Sorten. Durch Abstufungen in der Temperatur der Lösungen kann man Zwischensorten erkennen. Bemerkenswert ist, dass diejenigen Papiere, welche die klarsten Filtrate liefern, auch die grösste Saughöhe aufweisen.

Professor *Pfuhl* [20]) in Riga gibt für seinen Knitterer an, dass er weiter in Einzelheiten verbessert worden ist. Um die Dichtung der Gummiplatte unnötig und die Pressplatte in wenigen Sekunden einstellbar zu machen, damit man den Apparat ohne Sorge jedermann in die Hand geben könne, wird ein *Justierpapier* vorgeschlagen. Es ist nämlich nur erforderlich eine gleichmässige Papiersorte zu erzeugen, deren etwa mittlere Knitterbarkeit, sowie die anderen physikalischen Eigenschaften sich im Laufe der Zeit nicht ändern. Stellt man für dieses Papier den Reissdruck fest, so kann der Knitterer jederzeit auf diesen Reissdruck eingestellt werden. Auf der Einstellung dieses mittleren Papieres fussen dann die Knitterbarkeitsstufen für alle anderen Papiere. *Pfuhl* meint, es sei etwas ganz ähnliches, wenn man die Lichtstärke auf eine Normalkerze bezieht oder einen Normaleisenstab für Festigkeitsuntersuchungen benutzt u. dergl. Professor *Pfuhl* hat auch ursprünglich durch Knickung und Biegung wirkende Papierprüfer zum Patent angemeldet, sie aber dann um so eher fallen lassen, als mittlerweile auch der im folgenden beschriebene *Schopper*sche Apparat bekannt geworden ist.

Ganz besonderes Interesse beansprucht der vorhin und auch andeutungsweise bereits D. p. J. 1898, **310**, 211 erwähnte *Schopper*sche Prüfer, weil er nach den jüngst abgeschlossenen, sorgfältigen Untersuchungen der Kgl. mech. techn. Versuchs-Anstalt geeignet scheint, die Handknitterung durch mechanisch veranlasstes Falzen eines, beziehungsweise mehrerer Papierstreifen glücklich zu ersetzen, wie durch den Vergleich zwischen Handknitterung und den Ergebnissen des Falzapparates unmittelbar festzustellen war. Der Apparat findet

[18]) Papierzeitung, 1899, S. 2180.
[19]) Papierzeitung 1901, S. 3493.
[20]) D. p. J. 1898, **310**, 220.



sich in den Fig. 125 und 126 abgebildet. Der Probestreifen *9* wird in den beiden Klemmen *7* festgespannt und geht durch einen abgerundeten Schlitz in einem Schieber, welcher mittels Schubstangen *13*, *15* mit Führung *14* und Kurbel, drehbar vom Rad mit Griff *19*, zwischen sanft anliegenden Rollen in Haltern hin- und herbewegt werden kann. Die Halter werden durch Federn angeschoben und darauf durch Klemmschrauben festgestellt. Die Klemmen *7* ruhen auf Rollen in Ständern *8* und gehen durch die Hülsen *3*, worin sie mittels Federn und Schrauben *4* nachgiebige Einstellung finden. Die Hülsen *3* sind in den Haltern *2* beweglich und werden, wenn die Stifte *5* herausgezogen sind, durch die Spiralfedern *6* soweit gegeneinander geführt, dass die Einspannlänge richtig ist. Nach dem Einspannen des Probestreifens wird durch Herausziehen der Hülsen *3*, soweit, bis die Stifte *5* eingeschoben werden können, dem Probestreifen etwas Spannung gegeben und die freie Beweglichkeit der

Fig. 125.

Fig. 126.

Klemmen bewirkt. Die Anzahl der Hin- und Herfalzungen wird durch den Zählmechanismus *16*, *17*, *18*, sowie durch den im Falle des Bruches des Streifens durch die Klemme *7* selbst in Tätigkeit gesetzten Ausrücker *20*, *21* gezählt. Die Nullage des Schiebers für das Einspannen des Streifens wird durch Umlegen des Hebels *22* und Einschnappen des Hebelstiftes in ein am Antriebrad befindliches Loch gegeben.

Die genaue Untersuchung des Falzers hat vermocht, grosse Beruhigung für die dauernde Benützbarkeit zu gewähren. Der Apparat ist ungemein sorgfältig gebaut, sodass dahin gehende Mängel nicht entdeckt worden sind. Die unvermeidliche Abnützung hielt sich innerhalb der Grenzen, dass man davon keinen Schaden für die Prüfungsergebnisse erwarten darf. Der Einfluss wechselnder Spannungen für die Einspannklemmen ist allerdings bedeutend. Es ist daher notwendig, diese Spannung wenigstens zeitweise fest- beziehungsweise durch die Regulierschrauben *4* einzustellen. Die Geschwindigkeit der Versuchsausführung nimmt Einfluss auf die Ergebnisse, wenn der Einfluss auch gering ist. Immerhin empfiehlt es sich, bei der Prüfung einigermassen gleichbleibende Geschwindigkeit beizubehalten.

Einen neuen Apparat, welchen Professor *Ernst Brauer*, Karlsruhe, im D. R.-P. 100052 angibt, soll geeignet sein, durch einen einzigen Wert, die Zahlenangaben für Reisslänge und Dehnung, sowie die Angaben über Knitterung, für deren Wert zur Papierprüfung sich Professor *Brauer* ohnehin nicht auszusprechen vermag, zu ersetzen. Professor *Brauer* greift dabei auch zu einer Art Falzung. In Fig. 127—129 ist ein, wenigstens an einer Kante, geradlinig geschnittenes Papier durch Druckschraube *c* in die Presse *a*, *b* eingespannt zu denken, während es auch durch einen Schlitz der drehbaren Gabel *d* geht. Wird nun die Gabel *d* mit Hilfe der gezeichneten Trommel, welche *d* durch Federwirkung mitnimmt, gedreht, so ergibt sich die Umformung des Papieres, wie es Fig. 129 zeigt. Der Spannungswinkel, bei welchem der Bruch eintritt, wird durch einen geeigneten

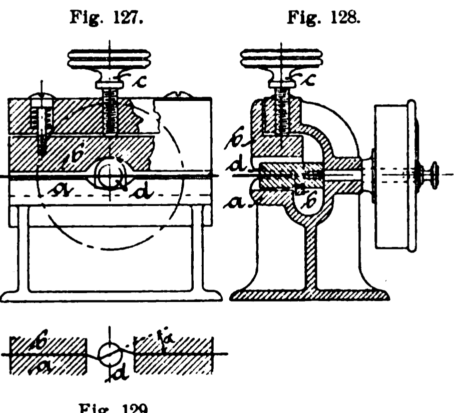


Fig. 127. Fig. 128.

Fig. 129.

Sperrmechanismus festgehalten und kann mittels einer empirischen Teilung als Mass der Qualitätseigenschaften des Papieres benutzt werden. Professor *Brauer* will dadurch eine einfachere und raschere Beurteilung des Papieres ermöglichen. Ob und wie weit der Vorschlag durchgegriffen hat, ist dem Berichterstatter nicht bekannt.

Papierfabriks-Anlagen.

Es ist selbstverständlich, dass die fortschrittliche Entwicklung des Maschinenbaues ihren Einfluss segensreich auch bei der Anlage von Papierfabriken geäussert hat. Die konstruktive Durchbildung der Einzelheiten, das harmonische Zusammenwirken zwischen den Ueberlegungen bei dem Einbau des Werkzeuges und bei dem Zweck desselben, haben Anlagen entstehen lassen, welche als Blüten der Fabriks-Industrie zu bezeichnen sind, wenn auch im grossen ganzen die Anordnung sich älteren Ausführungen anschliessen musste, dem besonderen Fabrikationszwecke entsprechend. Aber ausreichender Raum für bequeme Beweglichkeit und den Transport, Luft und Licht in oft verschwenderischem Masse, unterscheiden im Verein mit vorteilhafter, Unfälle möglichst ausschliessender Anordnung der Transmissionen zum grössten Teile die neuern von den älteren Papierfabriksanlagen. Um den Raum für diesen Bericht nicht noch mehr zu vergrössern, sei nur hingewiesen, besonders auf die eingehenden Zeichnungen für einzelne Fabriken in der hier in Betracht kommenden Richtung, in *Uhlands Industrieller Rundschau*, *Abt. V:* 1899 finden wir auf S. 20 eine für 1000 kg Leder oder Braunpappe bestimmte Fabrik; S. 32 eine Holzschleiferei für 6—7000 kg lufttrocken gedachten Schliff; 1900 S. 16 eine grössere Sulfitzellstoff-Fabrik, S. 41 eine grössere Holzschleiferei, S. 88 zwei Papierfabriken für 12—15000 kg und 4—5000 kg; 1901 S. 20 eine geschickt disponierte Schleiferei für 600 PS. Durch ungemein geschickte Anlage zeichnet sich die *Zellstoff-Fabrik Stockstadt* aus, die sich unmittelbar am schiffbaren Main und in der Nähe eines Bahnhofes befindet, wobei auf grosse Holzlagerplätze und ausreichenden Raum für künftige Vergrösserungen genügend gedacht erscheint. Vergl. Papierzeitung 1898, S. 3738.

Riesige Verhältnisse zeigen manche amerikanische Papierfabriken. Beispielsweise besitzt die *Great Northern Paper*

Company etwa 400000 Acres Fichtenwaldungen, aus denen das gefällte Holz unmittelbar zur Fabrik geflösst wird. Automatisch werden die Stämme zu den Sägen befördert und gelangen dann in einen Kanal, an den Entrindungsmaschinen vorüber und zu den Schleifern oder Hackmaschinen. Der Arbeiter hat das Holz nur aus dem Wasser zu nehmen und aufzulegen. Es arbeiten dort 2 Turbinen von je 4000 PS mit 48 Schleifern. Ausserdem finden sich riesige Dampfkessel für 16000 PS, Holländer, 8 Papiermaschinen ganz gleicher Ausführung, so dass jeder Teil in alle Maschinen passt und nur verhältnismässig wenige Ersatzstücke nötig sind usw.

Täglich können 240 t Zeitungsdruckpapier geliefert werden. Aehnliche Verhältnisse finden sich bei der *St. Regis Paper Co.,* welche täglich 100 t Druckpapier liefern kann. Eine Skizze dieser Fabrik enthält die Papierzeitung 1900 S. 605.

Der elektrische Antrieb, dessen schon in früheren Berichten Erwähnung getan worden ist, breitet sich auch in den Papierfabriken immer weiter aus. Es ist dies nicht unbegreiflich, wenn man sich die bequeme Kraftübertragung durch Elektromotore vergegenwärtigt, die nach Einstellung gleichbleibende und nach Bedarf veränderliche Umdrehungszahl derselben, sowie die Art des Kraftverbrauches in den Maschinen der Papierfabrikation, bei welchen einmal eingestellt, bedeutende Kraftschwankungen nicht zu erwarten sind. Durch Einzelantrieb mittels der Raum sparenden Elektromotoren ist auch die denkbar grösste Unabhängigkeit der einzelnen Verarbeitungsmaschinen gewährleistet. Als Beispiel sei die erwähnte Stockstadter Zellstoffabrik, sowie eine Fabrik in Gladbach hervorgehoben, welche feinste Papiere erzeugt und zwar mit 4 Papiermaschinen und 700 Arbeitern. Sämtliche Gebäude bestehen aus Stein, Glas und Eisen, wobei staunenswerte Sauberkeit und Genauigkeit im Betriebe erreicht worden sind.

Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie und der photochemischen Reproduktionsverfahren.

Von **J. M. Eder** und **E. Valenta.**

(Fortsetzung von S. 717 d. Bd.)

Dreifarbenphotographie.

Apparate für Dreifarbenphotographie und Projektion wurden von verschiedenen Seiten konstruiert und in den Handel gebracht. Solche Konstruktionen rühren u. a. von *Dr. Selle*[65]) in Berlin her, dessen Verfahren darin besteht, dass er von den drei in bekannter Weise (siehe unsere früheren Referate) hergestellten Teil-Negativen drei positive schwarze Kopien auf einem weissen, undurchsichtigen Materiale (z. B. auf photogr. Silberpapier) herstellt. Wird nun Licht auf die drei im Apparate befindlichen Kopien fallen gelassen und dann in geeigneter Weise rückwärts durch die entsprechenden Lichtfilter auf ein und dieselbe Stelle reflektiert, so ergibt sich eine Kombination der drei Komplementärfarbenbilder.

A. Hoffmann hat für sein Verfahren eine eigenartig gebaute Multiplikatorkassette; bei diesen Kassetten werden die betreffenden Lichtfilter gleichzeitig mit den Platten verschoben.

Th. Knight Barnard und *Fred. Gowenlok* erhielten ein D. R.-P. (No. 114928) auf ein Chromoskop mit justierbaren Spiegeln[66]). *Louis Ducos du Hauron* liess sich ein D. R.-P. (No. 117372) auf eine Einrichtung zur Erleichterung des optischen Zusammenpassens der Teilbilder bei Chromoskopen erteilen. *Antonio Sauve* erhielt ein Patent (No. 301140) auf ein Chromoskop („Synchromoskop" oder Apparat, um vergrösserte aufeinandergelegte Bilder dreier mit farbigen Schirmen bekleideter Diapositive zu sehen). Er benutzt statt der Spiegel Prismen.

Ein Verfahren zur Herstellung von Photographien in natürlichen Farben wurde dem *Thorpe* in England patentiert[67]).

Das Verfahren basiert auf der Tatsache, dass transparente Photographien, welche hinter einem roten, grünen und blauvioletten Farbenfilter auf panchromatischen Platten aufgenommen wurden, im durchgehenden Lichte betrachtet werden und zwar derart, dass die drei Photographien sich drehen und nur die betreffende Farbe jeder einzelnen von ihnen das Auge trifft, wodurch man ein Bild des Gegenstandes in seinen natürlichen Farben sieht. Um zu erzielen, dass nur die betreffende Farbe jedes einzelnen Transparentbildes ins Auge gelangt, werden die Bildeindrücke auf dem entsprechenden Transparentbilde mittels photographischer Diffraktionsgitter für jede einzelne Farbe hervorgerufen. *Thorpe* benutzt für alle Farben gleichweite Gitter, bei denen die Linien jedes einzelnen Gitters für jede Farbe unter einem anderen Winkel augebracht sind, und beleuchtet jedes Bild von einem anderen Punkte aus, welche Punkte sich in Ebenen befinden, die senkrecht zu den Gittern des entsprechenden Transparentbildes stehen.

[65]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1901, S. 544 ff.
[66]) Photogr. Chron. 1901, S. 189.
[67]) Brit. Journ. Photogr. 1900, S. 327.

In neuerer Zeit wurden wiederum von mehreren Seiten Versuche zur Herstellung farbiger Bilder auf dem Wege des Ausbleichens von Farbenmischungen angestellt, nachdem das Verfahren früher bereits wiederholt von *Herschel*, *Vallot*[68]) u. a. versucht worden war, ohne dass damit wesentliche Resultate erzielt wurden, da das Ausbleichen der Farben zu lange Zeit erforderte. *Worel* in Graz[69]) hat in dem Anisol, *Neuhaus*[70]) in Wasserstoffsuperoxyd ein Mittel gefunden, um das Ausbleichen zu beschleunigen, und es geben die von den Genannten empfohlenen Präparationen Schichten, welche in einigen Minuten, im Sonnenlichte unter farbigen Glasbildern belichtet, ein farbiges Bild liefern. Als Farbstoffe dienen rote, blaue und gelbe Anilinfarbstoffe, wie z. B. Eosin, Viktoriablau, Thiazolgelb usw. Zur Herstellung direkter Farbenbilder in der Kamera ist das Verfahren in seiner gegenwärtigen Gestalt aber wegen der relativ grossen Unempfindlichkeit der Schichten nicht geeignet.

Negativprozess photographischer Trockenplatten, Films usw.

Morues empfiehlt die Gelatine zur Emulsionsbereitung durch successives Auswaschen mit Pottaschenlösung, Wasser, verdünnter Essigsäure und schliesslich mit Alkohol zu reinigen[71]).

Blanc bespricht den Einfluss der Qualität der Gelatine auf die fertige Emulsion[72]).

Ein geringer Gehalt von Alaun ist für die Emulsion günstig, er vermehrt die Kontraste, verzögert aber auch gleichzeitig die Entwicklung und drückt die Empfindlichkeit, umgekehrt wirken Borax und Natriumkarbonat. Bromammonium eignet sich für den Reifungsprozess besser als Bromkalium. Chlorsilberemulsionen für positive Drucke sollen halb so viel Chlorid, als sonst Bromid in den Emulsionen ist, enthalten, um mit denselben kräftige Bilder zu erzielen.

Gewisse Sorten von Gelatineemulsionen, insbesondere die mittels des Siedeverfahrens hergestellten Emulsionen geben bei geeigneter Entwicklung genügend weisse Bildschichten, um, auf lackiertes Eisenblech oder ähnliche schwarze Unterlagen gegossen, Trockenplatten zu liefern, welche als Ferrotypplatten direkt verwendbar sind, ohne dass es nötig wäre, das Bild erst mit Sublimat zu bleichen. Auf ein Verfahren zur Herstellung solcher Platten nahm die *Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation* 1900 ein Patent[73]); in dem-

[68]) Moniteur de la Photogr. 1899, S. 318.
[69]) Photogr. Corr. 1902, S. 282.
[70]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902.
[71]) Journ. chem. Soc. Febr. 1900.
[72]) Photogr. Corr. 1901.
[73]) D. R.-P. 124540.



selben wird die Behandlung der exponierten Platten mit den Lösungen angegeben.

Ein Verfahren zum Auftragen von Gelatineemulsionen auf Platten, Films u. dergl. wurde dem *J. E. Thornton* in England patentiert[74]). Zur Vermeidung des langwährenden Trocknens der lichtempfindlichen Schichten auf Platten, Films usw. werden mehrere ganz dünne Schichten nach einander einzeln aufgetragen, welche die Eigenschaft besitzen, ohne schädliche Begleiterscheinungen durch Einwirkung von Wärme (heissen Gasstrom) schnell zu trocknen.

Die meisten Trockenplatten des Handels besitzen eine Schichtdicke von 0,035 mm, während in neuerer Zeit Platten mit der geringen Dicke von 0,025 mm auf den Markt kommen. *Gaedicke*[75]).

Die in neuester Zeit von der bekannten Firma „*Kodak Limited*" als *Pelloid-Plates* in den Handel gesetzten Blattfilms sind auf einer Kartonunterlage mit Metallklammern fixiert, können ebenso wie gewöhnliche Trockenplatten in jeder Kamera exponiert werden und geben bei relativ grosser Empfindlichkeit flachliegende Negative mit guter Deckung der Bilder.

Diese Films sind Celluloidfilms, während die als „*Thorntonfilms*" bezeichneten Blattfilms aus reiner Gelatine bestehen, welche unlöslich gemacht und mit Emulsion überzogen wurde[76]). Die abziehbaren Films von *Thornton* und *Rotwell* stellen ein mit einer Lösung von fettsaurem oder harzsaurem Aluminium (Palmitat, Stearat, Oleat, Resinat) als Zwischenschichte, auf der die Emulsionsschichte sich befindet, präpariertes Negativpapier dar[77]).

Bezüglich *Haltbarkeit der Celluloidfilms* berichtet der Vorsitzende der „Londoner Photographischen Vereinigung", dass in der heissen Zone bei exponierten und nicht entwickelten Films das Bild langsam zurückgehe, sodass nach längerer Zeit der Lichteindruck gänzlich verschwindet und sich die Films ein zweites Mal belichten lassen, ohne dass beim Entwickeln das erste Bild erscheint. *Haddon* gibt an, dass bei Celluloidfilms die auftretenden Fehler auf ungenügendes Auswaschen der Collodionwolle zurückzuführen seien, da die zurückbleibende Säure schädlich wirke[77]).

Entwicklersubstanzen, Hervorrufung des latenten Bildes.

Studien zur *Chemie der organischen Entwicklersubstanzen* veröffentlichte *Andresen*[78]). Nach demselben hängt die Rapidität eines Entwicklers allerdings mit der Potentialdifferenz zusammen, jedoch nicht in allen Fällen, z. B. nicht beim Chlorhydrochinon. *Andresen* untersuchte die Reaktionsprodukte von Bromsilber auf sulfithaltige, karbonat-alkalische Entwickler und schied das aus Chlorhydrochinon entstandene organische Oxydationsprodukt ab[79]). Er findet ferner, dass seine Methode zur Bestimmung der reduzierenden Kraft der Entwickler[80]) mit der Praxis genügend übereinstimmt.

Hydrochinonmonosulfosäure gibt mit Alkalisulfit und -karbonat ähnlich wirkende Entwickler wie Hydrochinon, während die Disulfosäure schlechte Entwickler liefert [*Andresen*[81])].

Krystallisierte Pyrogallussäure wird (seit 1900) unter dem Namen „Piral" von der Firma *Hauff & Co.* in den Handel gebracht. Piral ist viel weniger voluminös als die leichte, flockige, sublimierte Pyrogallussäure, verstäubt sich nicht so sehr und ist bequemer abzuwägen und wird deshalb vielfach verwendet. — Auch die chemische Fabrik von *Merk* in Darmstadt stellt solche krystallisierte Pyrogallussäure her. In England führt das Präparat den Namen „Pyraxe"[82]).

Unter dem Namen „*Edinol*" bringt die Firma *Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co.* in Elberfeld ein *neues Entwicklerpräparat* in den Handel.

Das Edinol ist nach den Angaben der Fabrik das salzsaure Salz des m-Amido-o-oxybenzylalkohols. Es stellt ein schwach gelblich weisses Krystallpulver dar, welches sich durch eine relativ grosse Löslichkeit in Wasser auszeichnet.

[74]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902.
[75]) Ibid. aus Photogr. Wochenbl. 1901, S. 390.
[76]) Deutsche Photogr. Ztg., S. 626.
[77]) Photography 1900, S. 880.
[78]) Phot. Chron. 1901, S. 496.
[79]) Photogr. Corr. 1900, S. 85.
[80]) Ibid. 1898, S. 447.
[81]) Ibid. 1900, S. 108.
[82]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1901, S. 650.

Diese Eigenschaft des Edinols ermöglicht es, im Gegensatze zu den meisten Rapidentwicklern, auch konzentrierte Edinol-Soda-Entwickler darzustellen. Einen derartigen Entwickler erhält man z. B. nach folgender Vorschrift: Auflösen von 40 g Natriumsulfit in 100 cm^3 Wasser; dazu werden 10 g Edinol, und zur Lösung 50 g krystall. Soda gegeben, das Ganze wird auf 200 cm^3 mit Wasser aufgefüllt. Dieser Entwickler wird zum Gebrauche mit der 5—10fachen Menge Wasser verdünnt. Er ist für Porträt-, Landschaftsaufnahmen u. dergl. sehr geeignet.

Noch konzentriertere Edinollösungen lassen sich herstellen, wenn man den Wasserstoff der Hydroxylgruppe des Edinols durch Natrium oder Kalium ersetzt, indem man zur Auflösung des in Natriumsulfitlösung suspendierten Edinols die berechnete Menge kaustisches Alkali zusetzt. Auf diese Weise lassen sich Entwicklerlösungen herstellen, welche eine grosse Verdünnung vertragen und sich besonders gut zur Hervorrufung von Momentaufnahmen eignen, indem sie ***Rapidentwickler ersten Ranges darstellen*** und dabei nicht hart arbeiten.

Das Edinol ähnelt an Kraft und Deckungsvermögen sehr dem Metol, doch empfiehlt es sich, mit Edinol ein wenig länger durchzuentwickeln, da die Bilder im Fixierbade etwas zurückgehen.

Edinol greift die Gelatineschicht, insbesondere in Form seiner Soda- oder Pottaschelösung sehr wenig an; es erzeugt niemals Farbschleier, resp. Färbung des Papieres oder der Hände, auf welche es (soweit wir Gelegenheit hatten zu beobachten) keinen schädlichen Einfluss ausübt.

Als Entwicklerlösungen wären die folgenden zu empfehlen:

Edinol	10 T.
Natriumsulfit	100 „
Wasser	1000 „

Die Lösung wird zum Gebrauche mit gleichen Teilen Sodalösung (1 Teil krystall. Soda: 10 Teile Wasser) oder mit der Hälfte Pottaschelösung (1 : 10) vermischt. Für sich aufbewahrt, sind die Teillösungen fast unbegrenzt haltbar.

Ferner Natriumsulfit	25 g
Wasser	1000 cm^3
Edinol	4 g
Lithiumhydrat	2 g

Dieser Entwickler hat die angenehme Eigenschaft, rasch zu arbeiten und Bilder zu geben, in denen die Mitteltöne besonders gut zur Geltung kommen.

Bromkaliumzusatz wirkt bei Edinolentwicklern nur wenig verzögernd, dagegen im hohen Grade klar haltend. Als Verzögerer eignet sich am besten eine konzentrierte wässerige Lösung von Natriumbikarbonat.

Nach *Waterhouse*[83]) bewirkt ein Zusatz von Tetrathiokarbamid und Bromammonium zu einem Entwickler von Eikonogen-Natriumsulfit und Lithiumkarbonat vollkommene Umkehrung des Bildes (statt eines Negativs wird z. B. ein Positiv erhalten).

Balagny[84]) empfiehlt, den Eisenoxalatentwickler zum Entwickeln von Bromsilberpapierbildern mit einem Zusatze von 5 bis 7 v. H. Weinsäure vom Gewichte des verwendeten Eisenvitriols zu verwenden, wodurch sehr reine Weissen erzielt werden.

Hübl[85]) empfiehlt den Glyzinphenolentwickler, welcher durch Ersetzen der beiden OH-Gruppen durch KOH bei Gegenwart von Kaliummetabisulfit in sehr konzentrierter Form dargestellt werden kann.

Waterhouse[86]) gibt in der „Photo-Era" Vorschriften, in denen als alkalische Substanz im Hydrochinon- oder Eikonogenentwickler Borax verwendet wird. Diese Entwickler besitzen grössere Haltbarkeit und bedürfen keines Zusatzes von Bromkalium, um schöne, durchsichtige Schwärzen zu erhalten. Die Vorschriften sind folgende: Hydrochinon-Entwickler: 1000 ccm Wasser, 100 g Natriumsulfit, 30 g Borax, 10 g Hydrochinon. Eikonegenentwickler: 1000 ccm Wasser, 200 g Natriumsulfit, 25 g Borax, 10 g Eikonogen (siehe auch Photographisches Wochenblatt No. 50, 27. Jahrgang vom 10. Dezember 1901, S. 399). (Fortsetzung folgt).

[83]) Journ. Camera-Club 1901, S. 68.
[84]) Revue Suisse 1901, S. 225.
[85]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902.
[86]) Bull. Soc. franç. 1901, S. 472.



Kleinere Mitteilungen.

Neue Spezialschiffe.

Die „*Howaldtswerke*" in Kiel gehören mit zu den deutschen Werften, die in den letzten Jahren einen ganz aussergewöhnlichen Aufschwung genommen haben. Abgesehen davon, dass sich diese Werke neuerdings an dem Ausbau unserer Kriegsflotte beteiligt haben, erfreuen sie sich auch des besonderen Vertrauens des Auslandes. Dafür spricht unter anderem, dass diese Werft bei lebhaftem internationalem Wettbewerb von der russischen Kriegsmarine den Bau des Maschinistenschulschiffes „Okean" übertragen erhielt, dessen vor kurzer Zeit erfolgten Abnahme-Probefahrten zur vollsten Zufriedenheit des Bestellers ausgefallen sind.

Dieses Schiff (s. Fig. 1)[1] verdient nicht allein seines Spezialtyps wegen, sondern auch deshalb in allen technischen Kreisen beachtet zu werden, weil seine von der russischen Marine vorgeschriebenen, maschinellen Einrichtungen ein beredtes Zeugnis dafür sind, wie sehr der Russe bestrebt ist, sich ein selbstständiges, technisches Urteil zu bilden. So sind beispielsweise zum Studium der immer noch ungelösten Kesselfrage vier verschiedene Systeme von Wasserrohrkesseln in den „Okean" eingebaut, und zwar zwei weitrohrige Kesselarten, 6 *Belleville*- und 6 *Niclausse*kessel, und zwei engrohrige Arten, 2 *Schulz*- und 3 *Yarrow*kessel. Die eng- und weitrohrigen Kessel, die alle einen Betriebsdruck von 21 Atm haben, sind jede Gruppe für sich in wasserdicht abgeschlossenen Räumen untergebracht, und ihre Hauptdampfleitungen derart angeordnet, dass jede Gruppe mit jeder der beiden Hauptmaschinen arbeiten kann. Es ist hierdurch ermöglicht, mit jedem der Kesselsysteme unter den gleichen Betriebsbedingungen Versuche und Vergleiche der Kesselarten untereinander anzustellen. Diese Versuche haben nach den kurzen, bisherigen Erfahrungen bereits für die weitrohrigen Kessel einen merklich günstigeren Kohlenverbrauch ergeben.

Die Hauptabmessungen dieser nicht ausgeglichenen Maschinen sind:

Hochdruck - Zylinder	780 mm
Mitteldruck- „	1270 „
I. Niederdruck- „	1520 „
II. „ „	1520 „
Kolbenhub	1100 „
Verhältnis der Zylindervolumen	1 : 266 : 6,7
Betriebsdruck	17,5 kg/qcm

Die Hauptabmessungen des nach den Vorschriften für Kriegsschiffbau aus bestem Stahl erbauten Schiffes sind:

Grösste Länge	150,0 m
Grösste Breite auf Spanten	17,4 „
Höhe von Oberkante Kiel bis Oberdeck	11,1 „
Mittlerer Tiefgang mit voller Ausrüstung und 5600 t Kohlen	7,5 „
Deplacement dabei	12000 t

Das Fahrzeug ist ausser den zahlreichen, für die Zwecke der Maschinistenausbildung dienenden Räume und Werkstätten gleichzeitig als grosses, schnelles Truppentransportschiff eingerichtet, besitzt aber eine nur bescheidene Armierung und keine Panzerung.

Der „Okean" macht jetzt regelmässige Fahrten zwischen der Ostsee und den ostasiatischen, russischen Häfen. Die Wohnräume für die aus 25 Offizieren und 700 Mann bestehende Besatzung sind mit Rücksicht darauf, dass das Schiff sich zeitweise in tropischen Gegenden befindet, äusserst reichlich und hoch bemessen.

Wann wird wohl unserer strebsamen Kriegsmarine ein so lehrreiches Versuchs- und Ausbildungsschiff beschieden sein?

Zwei weitere interessante Spezialschiffe, die ebenfalls auf den *Howaldts*werken in Kiel erbaut wurden, sind die Bergungsdampfer „Ober-" und „Unterelbe" des Nordischen Bergungsvereins, die ein erhebliches Verbessern und Vergrössern der Leistungsfähigkeit dieser Gesellschaft ihren bisherigen Hilfsmitteln gegenüber darstellen.

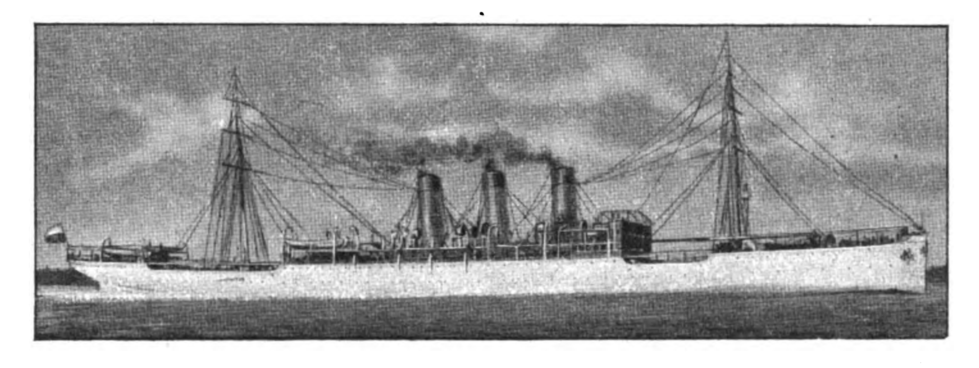


Fig. 1.
Das russische Maschinenschulschiff „Okean" auf einer Probefahrt begriffen.

Beim Einbau der vier Kesselsysteme sind die neuesten Verbesserungen der Spezialfirmen allgemein berücksichtigt worden.

Als weiteres, eigenartiges Versuchsfeld auf maschinellem Gebiet ist zu erwähnen, dass von den 14 Beibooten vier mit Dampfmaschinen und fünf mit verschiedenen Motoren ausgestattet sind. Ausser dem Studium dieser verschiedenen Maschinen wird dadurch auch eine wertvolle, vielseitige Ausbildung des Personals im Betrieb mit Beibootsmaschinen ermöglicht. Auffallend ist ferner die Mannigfaltigkeit der Hilfsmaschinen.

Für die einzelnen Kesselsysteme sind auch verschiedene Speisepumpen vorgesehen. Für die *Belleville*kessel zwei *Belleville*-Simplexkolbenspeisepumpen, für die *Niclausse*kessel zwei *Weir*-Simplexkolbenspeisepumpen, für die *Schulz*kessel zwei *Blake*-Simplex-Plungerspeisepumpen und für die *Yarrow*kessel zwei Duplex-*Blake*-Plungerspeisepumpen. Ausserdem sind zwei Dampfhilfsmaschinen für die ausgedehnte Pumpenanlage, für die Ventilation, Ascheejektoren, für den Betrieb des Steuerapparates, der elektrischen Beleuchtung und Befehlsübermittlung, für die schweren Lade- und Bootswinden, sowie für die Trinkwasser- und Eiserzeugung vorhanden.

Die beiden senkrechten, vierzylindrigen Hauptmaschinen dreifacher Expansion leisten gut 12000 PS und verleihen nach den Probefahrtsergebnissen dem Schiff eine Geschwindigkeit von fast 19 Knoten, während nur 18 Knoten verlangt waren.

[1]) Diese und die nachfolgenden Abbildungen sind dem Verfasser von dem Verlage der „Ueberall, illustrierte Wochenschrift für Armee und Marine", freundlichst zur Verfügung gestellt.

Die Hauptabmessungen dieser Hebefahrzeuge sind: Länge in der Wasserlinie 36,6 m, grösste Breite 12,2 m, Tiefe im Raum 5,8 m, Deplacement normal 1100 t, grösstes Deplacement (nach Einlassen von Wasser) 2200 t.

Das Eigenartigste an den beiden Schwesterschiffen sind je zwei, der Längsschiffsachse parallel, im Abstande von 5,23 m von einander gelagerte Kranbalken von 38 m Länge, die 7,5 m über das Heck hinausragen (s. Fig. 2 u. 3). Die oberhalb des Decks liegenden Wände der Kranbalken sind zur Erhöhung der Schwimmfähigkeit der Schiffe wasserdicht hergestellt und in weitgehendster Weise mit dem sehr starken Schiffskörper verbunden und versteift. Die lange, gerade, gleitbahnartige Oberseite der Kranbalken bietet den gewaltigen Hebegiens eine lange, freie Bahn, auf der die Giens an den schweren Hebetrossen, für die Stahldrahttrossen von 300 mm Umfang und 600 t Bruchfestigkeit verwandt werden, stets unbehindert wirken können. Die Hebearbeit und die dazu dienenden Einrichtungen sind verschieden, je nachdem ein oder beide Hebefahrzeuge an der Hebung eines Wracks beteiligt sind.

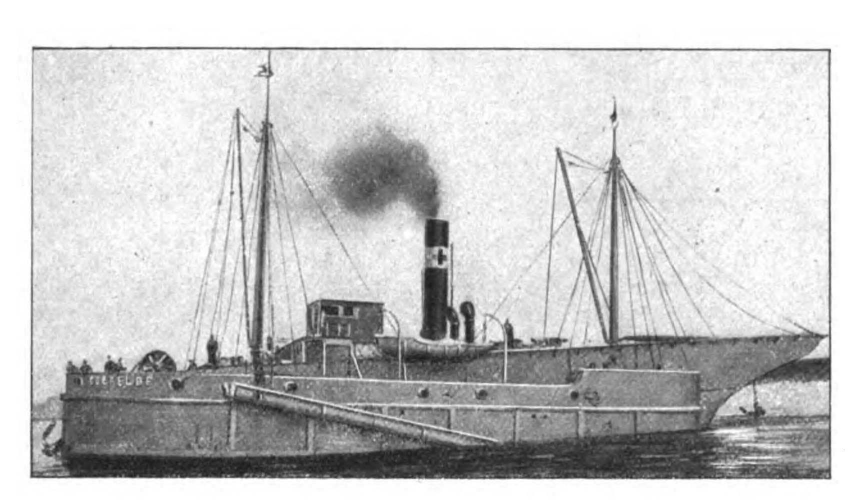
Arbeitet nur ein Hebeprahm daran, so werden die Hebetrossen über die an jedem der Hinterenden der beiden Kranbalken befindlichen zwei Rollen von 1,32 m Durchmesser unter dem Wrack hindurch nach oben und nach vorn den Hebegiens zugeführt. Die Giens auf den Kranbalken bestehen jedes aus zwei Stahlguss-Gienblöcken von 6 t Gewicht, die je 6 Scheiben von 1 m Durchmesser

haben, und dem Gienläufer, zu dem eine Stahldrahttrosse von 150 mm Umfang verwandt ist. Die Befestigung der Hebetrossen erfolgt durch Seilklemmer. An den Läufern arbeiten die für diesen Zweck eigens konstruierten Winden.

Jeder Kranbalken nebst Gien und zugehöriger Winde hat eine Hebekraft von gut 250 t, so dass jedes der beiden Bergungsfahrzeuge imstande ist, Wracks bis 500, ja im Notfall sogar bis 550 t zu heben.

Beim Heben über die Heckrollen müssen die Fahrzeuge natürlich durch Füllen von im Vorschiff vorgesehenen Tanks mit Wasser das nötige Gegengewicht herstellen.

Wird das Heben eines Wracks von beiden Bergungsprähmen gemeinsam vorgenommen, so werden diese zunächst zu beiden Seiten und frei von dem Wrack fest verankert. Die Fahrzeuge sind dazu am Bug und Heck mit schwerem, vollständigen Ankergeschirr und Spillen ausgestattet. Sind dann die Hebetrossen unter dem Wrack durchgeholt, so werden erst die beiden Fahrzeuge durch starke, der Breite des Wracks entsprechende Streben gegen einander versteift, damit sie nicht beim Anhieven der Hebetrossen seitlich zusammenkommen. Die Streben sind hohl, in der Längsrichtung verstellbar, aus Eisen mit Holzbekleidung, sowie schwimmfähig konstruiert und in besonders dazu vorgesehenen Spuren an den Schiffswänden gelagert. Die Hebetrossen werden bei dieser Stellung der beiden Bergungsfahrzeuge nicht etwa einfach seitlich hochgeführt, da dann durch den seitlichen Zug sowohl ein sehr unangenehmes, krängendes Moment, als auch leicht an Bord der Fahrzeuge durch Brechen von Trossen oder durch sonstige Havarieen Unfälle entstehen könnten, sondern sie werden durch Oeffnungen im Schiffsboden, die in der Mittschiffsebene liegen, durch schräg nach den beiden Kranbalken führende Schächte und über starke Leitrollen nach den Kranbalken geleitet. Die klüsenartigen Oeffnungen im Schiffsboden, die Schächte und die Leitrollen bei den Kranbalken haben in der Längsschiffsrichtung einen Abstand von 25 m von einander. In der gleichen Entfernung von einander liegen demnach auch die Hebetrossen unter dem Wrack, und die für die Hebegiens ausnutzbare Länge der Gleitbahn beträgt bei dieser Hebeweise ebenfalls nur 25 m. Dennoch können dabei von beiden Bergungsdampfern gemeinsam, nachdem sie durch Füllen ihrer Wassertanks gesenkt, die Hebetrossen zweckentsprechend verteilt und durch Einwinden der Gienläufer steif geholt sind, Wracks oder Teile davon bis zu einem Gewicht von 2000 t durch Auspumpen des Wasserballastes beider Fahrzeuge gehoben werden.



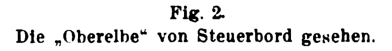


Fig. 2.
Die „Oberelbe" von Steuerbord gesehen.

Jedes der beiden Schiffe ist ferner mit einem an der äusseren Schiffswand in drehbaren Kugelgelenken angebrachten Sandsaugerohr ausgerüstet. Das auf der „Oberelbe" hat 600 mm Durchmesser und fördert 500 cbm groben Sand in der Stunde, das auf der „Unterelbe" nur 300 cbm bei 400 mm Durchmesser. Werden die Saugrohre mit Hilfe von aufgeschraubten Schläuchen zum Pumpen von Wasser verwandt, so schafft der Sauger auf der „Oberelbe" 5000 t Wasser, der auf der „Unterelbe" 2000 t stündlich.

Die Maschinenanlage besteht bei jedem der beiden Bergungsfahrzeuge aus zwei Maschinen von zusammen 600 i. PS, die durch zwei Schrauben dem Schiff eine mässige Geschwindigkeit erteilen. Der Kohlenvorrat beträgt etwa 100 t. Bei grösseren Fahrten werden die Fahrzeuge jedoch geschleppt. Von den mannigfaltigen Hilfsmaschinen haben die Maschine für die grossen Winden und Luftpumpen 200, für den Sandsauger 300, sowie für die elektrischen Maschinen und Taucherpumpen 80 i. PS. Ankerspille und Steuerapparat werden ebenfalls durch Dampfmaschinen bedient.

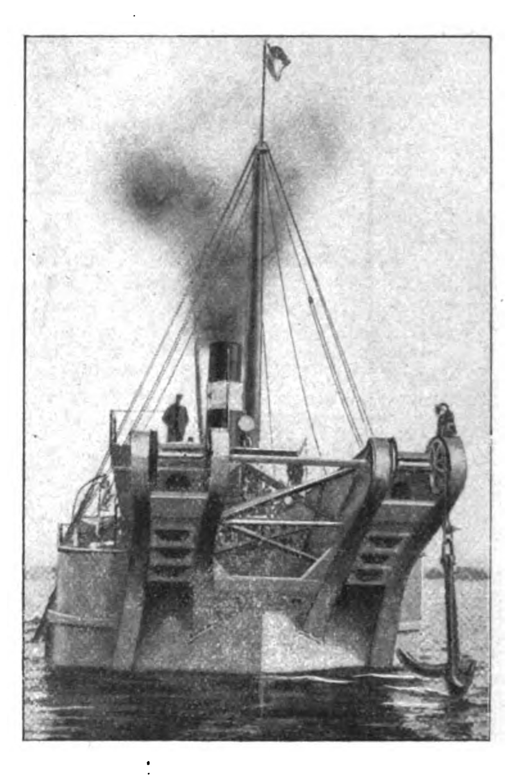


Fig. 3.
„Oberelbe" von hinten gesehen.

Die elektrische Beleuchtung umfasst 50 Glüh- und 2 Bogenlampen, die in klarem und stillem Wasser bis 25 m unter der Wasseroberfläche Licht spenden. Im trüben Wasser führen die Taucher die schwierigen Dichtungsarbeiten an den Wracks lediglich nach ihrem Gefühl aus. Unterstützt werden die Taucher dabei von pneumatischen Werkzeugen, für deren Betrieb an Bord jedes der beiden neuen Fahrzeuge Luftdruckmaschinen vorgesehen sind.

Die erste, ihnen gestellte Aufgabe haben die beiden Bergungsfahrzeuge vor kurzem glänzend gelöst — die schwierige Hebung des in der Elbmündung gesunkenen Torpedobootes „S. 42" ist gelungen und weitere Hebearbeiten harren bereits der Inangriffnahme durch diese Schiffe.

Bücherschau.

Schule der Elektrizität. Von *G. Schollmeyer.* Neuwied, Leipzig, Berlin, Heusers Verlag.

Die vorliegende, kürzlich erschienene Broschüre stellt ein praktisches Handbuch der Elektrizitätslehre dar. 117 in den Text eingedruckte Abbildungen unterstützen in anschaulicher Weise die Ausführungen des Verfassers. Dieser sagt in seinem Vorwort, dass er nicht Fachleuten etwas Neues bieten, sondern die Gebildeten aller Stände mit dem Wesen der Elektrizität bekannt zu machen beabsichtige. Die Abhandlungen sind auch derart abgefasst, dass sie den Leser nicht ermüden und damit um so leichter ihren Zweck erreichen dürften. Es ist anzunehmen, dass das Buch sich viele Freunde erwerben wird. *C. H.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 47. **Berlin, 21. November 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Aluminothermie.

Von Dr. **Hans Goldschmidt**, Essen-Ruhr.

Vor mehr als drei Jahren erschien in dieser Zeitschrift ein Aufsatz über das *Goldschmidt*sche aluminothermische Verfahren, das kurz zuvor begonnen hatte sich einen Weg in die Praxis zu bahnen. Eine grosse Reihe industrieller Werke aller Art hat sich seitdem diesem Verfahren zugewandt und bedient sich seiner regelmässig mit anerkannt gutem Erfolge. Nicht zum wenigsten durch den ständig noch zunehmenden praktischen Gebrauch ist es gelungen die schon früher erwähnten Arbeitsmethoden weiter zu vereinfachen und zu verbessern, ausserdem ist aber eine beträchtliche Zahl neuer Anwendungsarten dem Verfahren hinzugekommen.

Ueber Neuerungen und den derzeitigen Stand der Aluminothermie sei nachstehend ausführlich berichtet.

Ursprünglich war die aluminothermische Reaktion nur das Mittel zur Darstellung reiner, schwer schmelzbarer Metalle, das Verfahren für Abscheidung von Chrom, Mangan, Ferrotitan, Ferrobor usw. Den Fernerstehenden mag es vielleicht befremden, dass eine so einfache Reaktion, wie die aluminothermische noch eine besondere praktische und sogar langwierige Durcharbeitung erfordert hat! Ein so einfach zusammengesetztes Gemisch, das an einer Stelle entzündet, von selbst weiter brennt, kann, so sollte man auf den ersten Blick meinen, unmöglich schwierig herzustellen sein! Und doch erfordert die gleichmässige mit hohen Ausbeuten verbundene Reindarstellung eines jeden Metalles mit Hilfe der Aluminothermie stets eine nicht zu unterschätzende Arbeit, die bei näherer Ueberlegung der bei dieser Reaktion sich abspielenden Vorgänge allerdings leicht Erklärung findet. In diesem Hinblick bereitete es dem Verfasser eine besondere Genugtuung von Herrn Professor *Moissan*, der vor einigen Jahren Gelegenheit hatte die Darstellung von kohlefreiem Chrom und Mangan in etwas grösserem Masstabe zu sehen, als erstes die Frage vorgelegt zu erhalten, wie viel Jahre Arbeit nötig gewesen seien, um die Reaktion zu einer so einfachen und glatten auszugestalten.

Alle Thermitmischungen bestehen bekanntlich aus etwa äquivalenten Gemengen eines Metalloxydes mit Aluminium, und das kurz als „Thermit" bezeichnete Gemisch ist in der Hauptsache ein Eisenoxyd-Aluminium-Gemenge, wovon sich jeder, dem daran liegt, es selbst herzustellen, durch Nachprüfung leicht überzeugen kann.

Vergleiche mit anderen reagierenden Präparaten, die ebenfalls exothermische Reaktionen zeigen, wenn auch von ganz anderem Effekt, liegen hier nahe. Schiesspulver und Dynamit sind beispielsweise auch sehr einfach zusammengesetzt und in gewisser Hinsicht einfach herzustellen. Wie manches nihilistische Verbrechen gründet sich gerade auf die leichte Selbstdarstellung von Dynamit. Aber solche von Laien dargestellte Präparate explodieren wohl, doch einen regelmässigen sicheren Effekt, wie man ihn von der Technik verlangt, gewährleisten sie bekanntlich nicht! Denn gerade die technische Bereitung des Dynamits ist eine sehr subtile!

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse beim Schiesspulver. Als Knabe hat man wohl versucht „Pulver zu fabrizieren" als man die Bestandteile Salpeter, Schwefel und Kohle zusammenfügte und tatsächlich ein brennbares Gemisch erhielt. Aber einen den modernen Anforderungen entsprechenden explosiven Wert besitzt solches Pulver natürlich keineswegs. Bei allen diesen Gemengen kommt es bekanntlich vorwiegend auf die physikalische Natur und Verteilung der Stoffe an und dementsprechend können selbst bei gleicher oder fast gleicher chemischer Zusammensetzung durchaus verschiedene Effekte hervorgerufen werden. Es mag hierbei nur an die verschiedenen Körnungen des Schiesspulvers erinnert werden. Das Haupterfordernis, das gestellt werden muss, ist die Gleichmässigkeit des Produktes, und so hat denn auch die Herstellung eines technisch verwendbaren Thermits mancherlei Arbeit gekostet. Besonders waren es physikalische Einzelheiten, die zu studieren waren und in der Fabrikation ständig beobachtet werden wollten, und naturgemäss auch mancherlei Spezialmaschinen sowie besondere Einrichtungen erforderlich machten. Solche Einzelheiten lassen sich zumeist weder in Form von Rezepten noch kurzen Beschreibungen wiedergeben, auch können sie ein allgemeines Interesse nicht beanspruchen, da es sich stets um Fabrikationseinzelheiten handelt.

Ausser den bisher dargestellten Reinmetallen und Legierungen ist es neuerdings gelungen, auch reines, geschmolzenes Molybdän abzuscheiden; dies ist ein stahlgraues Metall mit dichtem Gefüge; als Hauptverunreinigung enthält es etwa 1—2 v. H. Eisen, neben sehr geringen Mengen von Silicium, es hat also einen Reingehalt von 98—99 v. H. Das Molybdän wurde bisher als solches nur pulverförmig durch Reduktion der Säure mit Kohle (ebenso wie Wolfram) gewonnen und hat für die Herstellung einiger Spezialstähle Verwendung gefunden.

Der Verfasser stellt jetzt auch eine hochprozentige Wolframlegierung dar, vom spez. Gewicht 14,5, die sich ziemlich leicht bearbeiten lässt und sehr fest ist.

Da neuerdings metallisches, geschmolzenes Silicium mit einem Reingehalt von 98 v. H. billig angeboten wird, so lag es nahe, das Aluminium etwa ganz oder teilweise durch Silicium zu ersetzen. Sowohl die hohe Verbrennungswärme des Siliciums als auch die Möglichkeit bei gleichzeitiger Verwendung von Silicium und Aluminium leichter flüssige Silikatschlacken zu erhalten, musste zu diesem Versuche ermutigen; das Ergebnis war wider Erwarten ein negatives. So sind beispielsweise äquivalente Gemische von Eisenoxyd mit Silicium oder Nickeloxyd mit Silicium nicht wie das Thermit zur Entzündung zu bringen.

Noch eigenartiger aber verhalten sich Gemische von Silicium und Aluminium mit Eisenoxyd. Schon 10 v. H. Zusatz einer äquivalenten Silicium-Eisenoxyd-Mischung zu gewöhnlichem Thermit wirken so verzögernd auf dessen Reaktionsverlauf, dass dieses Thermit für Schweisszwecke unbrauchbar wird. Die durch die Verbrennungswärme des Aluminiums mit dem Sauerstoff erzeugte Temperatur bringt zwar auch das Silicium zur Reaktion: Die Geschwindigkeit

aber, mit der das Silicium sich mit dem in dem Gemisch vorhandenen Sauerstoff verbindet, ist erheblich geringer als

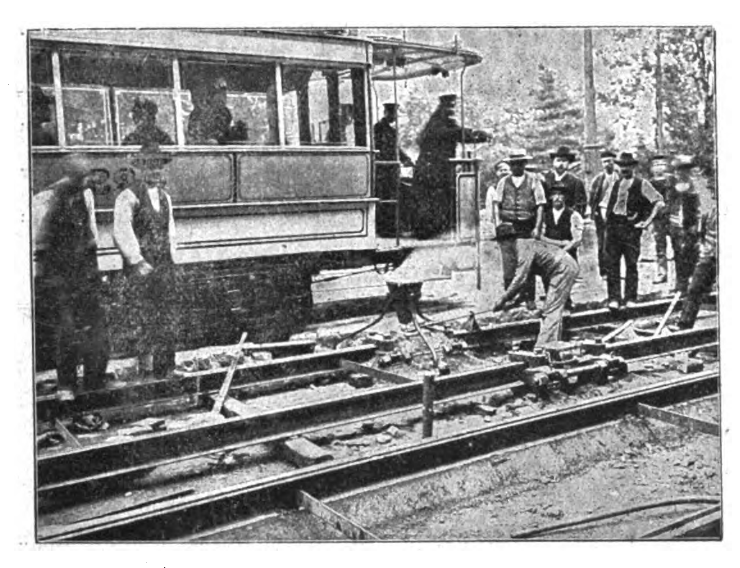


Fig. 1a.
Schienenschweissung auf der Strecke in Dresden.

die Bildung von $Al_2 O_3$. Die Schlacke ist zwar eine etwas leichter flüssige, aber durch die verlangsamte Reaktion und den damit Hand in Hand gehenden Wärmeverlust ist mehr verloren als gewonnen. Will man durch höhere Zusätze von Silicium die Bildung von $Si O_2$ begünstigen, so verläuft der Vorgang ähnlich; bei etwa 50 v. H. Zusatz versagt die Reaktion sogar ganz, bezw. es entsteht dann eine Art Sinterkörper. Durch Erwärmung von aussen kann, wenn auch nur unwesentlich, etwas nachgeholfen werden; ein praktischer Erfolg ist aber damit nicht verknüpft.

Dass eine Erwärmung von aussen bei den glatt verlaufenden aluminothermischen Reaktionen ein Unding ist, erhellt ohne weiteres, weil eine nennenswerte äussere Wärmezufuhr bei der in den wenigen Sekunden selbst entstehenden Wärmemenge auch mit Hilfe elektrischer Energie kaum möglich ist. Es mag auch hier auf die Berechnung über die Energiedichte des Thermits hingewiesen werden, (vergl. Zeitschrift für angewandte Chemie, 1902, Heft 28), welche die Nutzlosigkeit äusserer Wärmezufuhr zahlenmässig dartut. Auch ein besonderes Vorwärmen des zur Reaktion zu bringenden Gemisches, an das man wohl denken könnte, hat keinen Zweck, da dem in Reaktion befindlichen Gemisch stets neue Gemengteile zugegeben werden können, so-



Fig. 1b.
Schienenschweissung auf der Strecke in Graz.

dass die Glut bedeckt ist. Schon dadurch wird erforderlichen Falles nicht nur eine völlige Trocknung, sondern auch eine starke Vorwärmung des Gemenges erzielt werden, bevor es zur Reaktion kommt, ohne dass ein beschleunigter Reaktionsverlauf des so vorgewärmten Gemenges zu konstatieren wäre.

Das grosse Gebiet der Schweissverfahren mit Hilfe von Thermit, das derzeitig bedeutsamste der ganzen Aluminothermie, hat sich in bezug auf Ausarbeitung und Anwendung der Methoden in letzter Zeit sehr bedeutend erweitert. Ganz besonders hat die Verschweissung von Trambahnschienen zugenommen und bei den vielen Untersuchungen, die besonders englischerseits sehr eingehend vorgenommen worden sind, ist das System wiederholt als derzeitig bestes und billigstes anerkannt und eingeführt worden. So hat die Stadt Leeds vor Jahresfrist in England eine eigene Kommission zur Prüfung eingesetzt und ist zu dem erwähnten Ergebnis gekommen. Dieselbe hat nicht nur durch Festigkeitsproben die Güte der Schweissung, sondern auch durch Besichtigung mehrerer Strecken, die in Deutschland etwa drei Jahre lagen (Dresden, Berlin, Braunschweig) festgestellt, dass die Schweissungen von der Schiene selbst nicht zu unterscheiden waren (Fig. 1a u. 1b). Es sind in Leeds jetzt mehrere englische Meilen bereits verschweisst; eine grosse Reihe anderer Städte wie Glasgow, Nottingham usw. sind gefolgt. Musste bislang das Schienenschweissverfahren durch Anwendung auf kleineren Probestrecken erst seine Brauchbarkeit dartun, so ist nach fast vierjähriger Prüfung jetzt seine allgemeine Verwendbarkeit erwiesen, sodass manche Verwaltungen

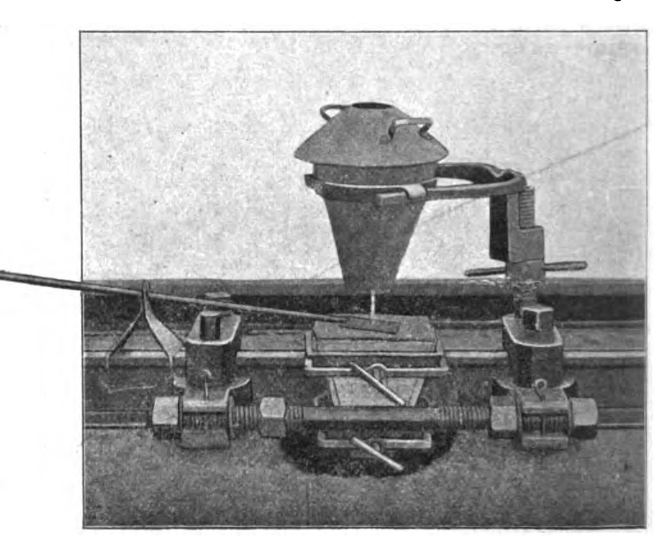


Fig. 2.
Komplete Apparatur für Schienenschweissungen.

sich seiner als ausschliesslichen Schienenverbindungsmittels bedienen. So werden seitens einer grossen englischen Gesellschaft Trambahnstrecken in Singapore in einer Länge von etwa 40 Kilometern zur Zeit aluminothermisch verschweisst.

Die einfache Ausführung, das Fehlen jeder grösseren Apparatur, die hier nur in einem Schienenklemmapparat, einem Tiegel mit 15—20 Pfund Thermit besteht und schliesslich einer kleinen Form, die um die Stosstelle herumgelegt wird, ist das Charakteristische des ganzen Verfahrens (Fig. 2). Erfahrungsgemäss geht das Verschweissen schneller von statten als das Anlegen von Laschen mit Kupferverbinder, der bei der Verschweissung natürlich fortfällt.

Um sich ein genaues Bild machen zu können von der Art dieser Schienenschweissungen, sei hier eine Beschreibung eingefügt:

Für jedes Schienenprofil wird ein besonderes Modell angefertigt, das zur Herstellung der Form dient, die um den zu verschweissenden Schienenstoss anzulegen ist. Durch eine sehr grosse Zahl von Experimenten ist festgestellt worden, wie weit die kleinen Kanäle in der Form sein müssen, deren eine Wand die Schiene selbst, deren andere die Formmasse bildet; die Dimensionen dieser Kanäle schwanken je nach der Stärke des Profils, je nachdem das feuerflüssige Thermit den schmalen Fuss und Steg oder den

stärkeren Kopf der Schiene umspült, schliesslich je nachdem Thermiteisen oder Schlacke (der Corund) die Form füllt, etwa zwischen 10—30 mm Dicke und 30—100 mm Länge (Fig. 3). Fuss und Steg der Schienenenden werden von dem den Tiegel zuerst verlassenden Thermiteisen umspült und verschmelzen mit diesem; dies geschieht zweckmässig in engeren Kanälen, während die feuerflüssige Schlacke den Schienenkopf umfliesst und diesen auf Schweisstemperatur erwärmt. Das ganze Schienenprofil wird dadurch gleichmässig auf Schweisshitze erwärmt, sodass ein Verbiegen der Schienenenden nicht eintreten kann. Werden schliesslich wenige Minuten nach erfolgtem Einlauf der Reaktionsmasse in die Form mit Hilfe der Schraubenspindeln des Klemmapparates die Schienenenden um etwa 10 mm angezogen, so tritt eine völlig gleichmässige Verschweissung ein. Die Schweisstelle ist sogar durch die angeschweisste Fusslasche aus schmiedbarem Thermiteisen gegen die Schiene selbst verstärkt (Fig. 4). Die kleine Stauchung, die sich am Kopf der Schiene zeigt, ist mit der Hand abzufeilen, oder mit einem Schmirgelapparat zu entfernen, um so die Schweissstelle unsichtbar und beim Hinüberrollen des Wagens dauernd völlig unmerkbar zu machen.

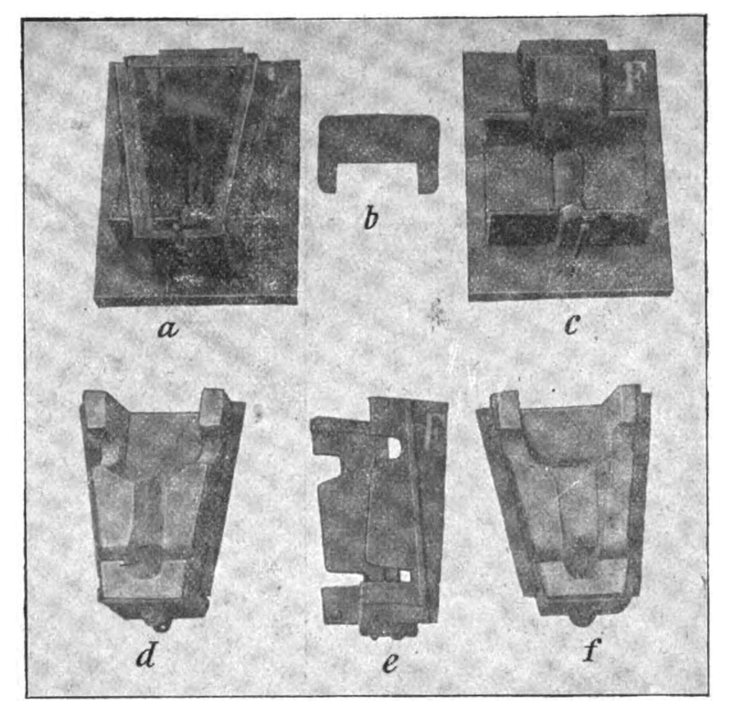


Fig. 3.
Modell, Formkasten und fertige Form für die Goldschmidtsche Schienenschweissung *a)* Modell *(L)* für die Leitschienenseite mit aufgelegtem Formkasten. *b)* Hilfsverschlussblech für die Form, während des Ausstampfens mit Klebsand. *c)* Modell *(F)* für die Fahrschienenseite. *d)* Fertige Formhälfte für die Leitschienenseite. *e)* Formkastenhälfte *(F)* für die Fahrschienenseite. *f)* Fertige Formhälfte für die Fahrschienenseite.

Die Form ist mit Hilfe des Modells, das zumeist, damit es handlich ist, in Aluminium abgegossen wird, nach jedem Former bekannten Handgriffen herzustellen. Da in vorliegendem Falle es auf einen „Kunstguss“ gar nicht ankommt, so kann das Abformen von jugendlichen Arbeitern gemacht werden. Als Formmasse ist jede zu benutzen, die für Stahlguss verwendet wird: es eignet sich dazu also ein Gemisch von 80 Teilen Sand mit 20 Teilen weissem Ton (china clay), auch Lehm mit Sand zu etwa gleichen Teilen. Das Trocknen dieser Formmasse ist in etwa 4 Stunden bewirkt und zwar bei einer Temperatur von etwa 3—400° C. Zweckmässig wird diese Formmasse in einen Blechkasten eingestampft, welcher um das Aluminiummodell gesetzt wird. Dieser Kasten dient für eine sehr grosse Anzahl von Schweissungen; die Form, die nach Anlegen an die Schienenenden mit Lehm oder dergl. abgedichtet wird, kostet nur etwa 50 Pfg.

Der Schienenstoss ist vor der Schweissung mit einer Lötlampe, einer Hand voll Holz oder dergl. handwarm zu machen, um Schmutz und Rost leichter entfernen zu können, was mit Hilfe einer Drahtbürste bewerkstelligt wird. Ein Abblasen mit Sand findet nicht statt, da es sich als unnötig herausgestellt hat. Nur ein Blankfeilen der aneinanderstossenden Profile selbst hat stattzufinden. Man ersieht daraus, dass also auch alle Vorarbeiten gering sind und wenig Zeit erfordern.

Die Verschweissungen werden stets von den betreffenden Gesellschaften selbst ausgeführt, die auch das Verlegen der Schienen besorgen, da das Verschweissen von jedem Streckenarbeiter durch Vornahme einiger Schweissungen erlernt werden kann. Der wesentlichste Punkt bei dem Schweissverfahren ist das genaue vorherige Ausrichten der Schienen, damit keine Fehler eingeschweisst werden. Es hat dieser Punkt natürlich nichts mit dem Schweissen selbst zu tun. Dass eine gewisse Sorgfalt bei der Eigenart des ganzen Verfahrens zu beobachten ist, dürfte als selbstverständlich gelten. Dass diese aber leicht einzuhalten, beweist der Umstand; dass eine ganze Reihe von Verwaltungen sich schnell mit dem Verfahren vertraut gemacht hat.

Die zur Ausführung des Verfahrens verwendeten Tiegel bestehen aus einem Blechmantel, der mit Magnesia ausgekleidet ist. Durch Einsetzen eines gusseisernen Konus in den Blechmantel entsteht ein Raum, der mit angewärmtem Thermagnesit auszustampfen ist. Die Tiegel werden mit dem Konus etwa zwei Stunden in einen Ofen gesetzt, zum Schluss geglüht und sind zum Gebrauch fertig. Die grossen Bahnverwaltungen fertigen sich auch die Tiegel selbst an, die etwa 25 Güsse aushalten, sodass für den Stoss die Kosten für Tiegelverschleiss kaum in Betracht kommen. Im Boden des Tiegels befindet sich ein durchbohrter konischer Magnesiastein, in dem ein zweiter gleichfalls durchbohrter als Ausflusstopfen sitzt, dieser ist nach einer Reihe von Güssen leicht auszuwechseln. Die Dichtung beider Stopfen geschieht lediglich durch eine faltenlose Lage von Zeitungspapier. Durch diesen Stopfen ist es erreicht worden, dass das Ausflussloch auf eine annähernd konstante Weite von 10—18 mm zu halten ist, was für das gleichmässige Ausfliessen des Feuerflusses nötig ist.

Jedes Profil verlangt nach seiner Schwere und der Eigenart seiner Abmessungen eine ganz bestimmte Quantität Thermit, welche ausserdem in der Zusammensetzung noch nach empirischen Regeln etwas variiert wird, um in allen Fällen eine gleichmässige Verschweissung zu erhalten. Die für je eine Schienenschweissung benötigte Thermitmenge wird in einem plombierten Sack, der mit der betreffenden Nummer des Schienenprofils versehen ist, unter der Bezeichnung „Schweissportion“ (welding portion) an die Bahnverwaltungen geliefert. Da sich letztere die Formen und zumeist auch die Tiegel wie erwähnt, selbst herstellen, so bilden die Schweissportionen neben einigen Klemmapparaten das einzige, was zur Verschweissung anzuschaffen ist.



Fig. 4.
Zwei Schienenenden mit Thermit stumpf geschweisst und gleichzeitig durch eine angeschweisste Fusslasche aus Thermiteisen verstärkt.

In gewissen Fällen ist aber auch der Klemmapparat zu entbehren. Handelt es sich darum, alte bereits eingepflasterte Schienen nach Fortnahme der locker gewordenen Laschen zu verschweissen, so ist nur eine entsprechende Form an den Schienenstoss zu legen und in diese aus dem Tiegel die Reaktionsmasse einfliessen zu lassen. In dem Falle tritt zwar keine oder nur eine teilweise Verschweissung des Kopfes ein, aber eine völlige Verschweissung bezw. Verschmelzung des Schienenfusses und Halses bis fast unter den Kopf der Schiene; ausserdem wird aber, wie bereits hervorgehoben, die so verschweisste Stelle durch eine ununterbrochene Lasche von schmiedbarem Thermiteisen wesentlich verstärkt. Diese Verbindungsart gewährt also

auch eine völlig zuverlässige Stossverbindung; da das Anlegen des Klemmapparates und Abfeilen der Stauchung fortfällt, so geht diese Ausführungsart noch schneller vor sich (Fig. 5). Ein Erhitzen der Schienenköpfe durch die Schlacke auf Schweisstemperatur muss auch hier eintreten, um ein Aufbiegen der Schienen zu vermeiden. Eine vorhandene Lücke am Stoss ist bei solchen bereits verlegten Geleisen vor der Schweissung mit kleinen Blechstückchen oder aus Schienen gesägten Passtücken ganz auszufüllen. Werden diese Passtücke fest eingeklemmt, event. derartig, dass die Schienenenden am Stoss mit einer Winde etwas angehoben werden, um die Lücke am Kopf etwas zu erweitern, so gelingt es, vielfach auch eine Kopfverschweissung zu erzielen, die schon deswegen stets vorzuziehen ist, weil dadurch erst sich das Thermitverfahren als besonders elegantes erweist, indem nach eingetretener Schweissung im Kopf die genaue Stelle der Schweissung selbst nicht mehr auffindbar ist.

Deshalb bemüht man sich auch, bei alten, der Ausbesserung bedürftigen Strecken (natürlich nur bei solchen, bei denen der Verschleiss am Stoss noch nicht zu weit vorgeschritten ist) eine Stumpfschweissung des Kopfes mit zu erzielen und verfährt dabei folgendermassen. Der Klemmapparat wird angesetzt und nun durch Rückwärtsdrehen der Spindelschrauben die Lücke im Stoss um 8—10 mm vergrössert. Die Stärke des Passtückes wird nun um 8—10 mm grösser gewählt als dem vorher vorhandenen Temperaturspalt entsprach. Die Schienen werden sodann, wie gewöhnlich, nach erfolgtem Einlaufen des abgebrannten Thermits zusammengestaucht, wobei streng darauf zu achten ist, dass keine Verkürzung des eingebetteten Geleises eintritt. Bei eingepflastertem Geleise muss hierbei das Pflaster vor und hinter dem zu verschweissenden Stoss genügend gelockert werden, bei sehr fest eingebetteten Schienen ist allerdings eine derartige Auseinanderzerrung nicht möglich und ist man gezwungen, auf die Kopfschweissung zu verzichten. Die Verschweissung alter Geleise ist natürlich stets von Fall zu Fall zu erwägen. Sie ist sowohl mit wie ohne Stumpfschweissung mit bestem Erfolge ausgeführt z. B. ohne Klemmapparat in Braunschweig, mehrfach in Frankreich, Rouen, Hâvre usw.; mit Klemmapparat in Italien z. B. in Genua, sogar bei ziemlich festliegendem Geleise.



Fig. 5.
Schienenschweissung ohne Anwendung eines Klemmapparates für bereits verlegte Schienen.

Eine grosse Anzahl von Proben sind sowohl vom Schreiber dieser Zeilen als auch von Bahnverwaltungen angestellt worden, um die Festigkeit der Schweissstelle zu prüfen, als auch um zu sehen, in welcher Weise die durch das Thermit erhitzte Stelle beeinflusst wird. Die Festigkeit, die im Kopf der Schiene durch die Stumpfschweissung erzielt wird, ist etwa 80 v. H. der Festigkeit des Schienenmaterials auch bei sehr hartem Material. Eine Probe, die kürzlich seitens einer Firma genommen wurde, ergab eine Festigkeit von 87,2 v. H. des ursprünglichen Materials. Ferner sind Zerreissproben aus Schienenstücken geschnitten worden, die mit einem Thermiteisenumguss versehen waren in gleicher Weise wie wenn eine Schweissung vorgenommen werden sollte, um dem Stück genau dieselbe Wärme zu erteilen, die bei einer Schweissung den Schienenenden gegeben wird. Da die ganze Schweisszone nur etwa 150 mm lang ist, der Zerreisstab aber 200 mm, so lag in diesem die ganze erhitzte Stelle. Die Zahlen nun die aus einer nicht erhitzten Stelle der Schiene herrühren, und diejenigen, die aus der mit Thermit auf Schweisshitze gebrachten resultieren, stimmen fast ganz genau überein, ein Beweis dafür, dass ein irgendwie nennenswertes Weicher- oder Härterwerden des Schienenmaterials durch die Schweissung mit Thermit nicht eintritt, wie dies die Praxis auch hinlänglich bewiesen hat. Aus 6 Parallel-Versuchen wurden folgende Zahlen erhalten:

Die Festigkeiten an sechs Rillenschienen schwankten zwischen 68,9 und 84,7 kg/qmm, während die Dehnung sich zwischen 8 und 16,5 v. H. hielt; bei den 6 mit Thermit umgossenen Stücken wurden Festigkeiten zwischen 66,2 und 80,8 Kilo festgestellt, während die Dehnung zwischen 9,5 und 12,5 v. H. blieb. Der Durchschnitt stellte sich fast gleich.

Eine grössere Anzahl Zerreissproben sind aus Kopf, Fuss und Hals profilgeschweisster Schienen entnommen. Die Festigkeiten schwankten hier zwischen 55,6 und 67,8 Kilo, der Durchschnitt beträgt über 62 Kilo. Daraus ergibt sich, dass nur die ganz kurze Schweissstelle selbst (ein Stück von etwa 1 bis 2 mm Länge) eine geringe Einbusse an Festigkeit durch die Schweissung erfahren hat. Das Schienenmaterial erleidet also neben der Schweisstelle keine Veränderung! Durch den gleichzeitig erfolgten angeschweissten Umguss wird aber schliesslich die Schweisstelle stärker als die Schiene selbst!

Werden die stumpfgeschweissten Schienen zerdrückt oder zerschlagen, so erfolgt der Bruch stets ausserhalb der Schweisstelle, zumeist sogar ganz ausserhalb der Schweisszone. Eine Erklärung für die gute Schweissung, die mit dem Thermit-Verfahren erzielt wird, ist darin zu suchen, dass die Schweissung unter völligem Luftabschluss stattfindet und dass ferner eine stets gleichmässige Wärmemenge unabhängig vom ausführenden Arbeiter der Schweissstelle durch die abgewogene „Schweissportion" zuerteilt wird.

(Schluss folgt).

Die Verbrennungsmotoren auf der Deutschen Städte - Ausstellung in Dresden 1903.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 694 d. Bd.)

Die in der Städteausstellung laufende Maschine der Firma *Moritz Hille*, G. m. b. H. in Dresden leistet bei 200 minutlichen Umdrehungen normal 14 PS, maximal 17 PS.

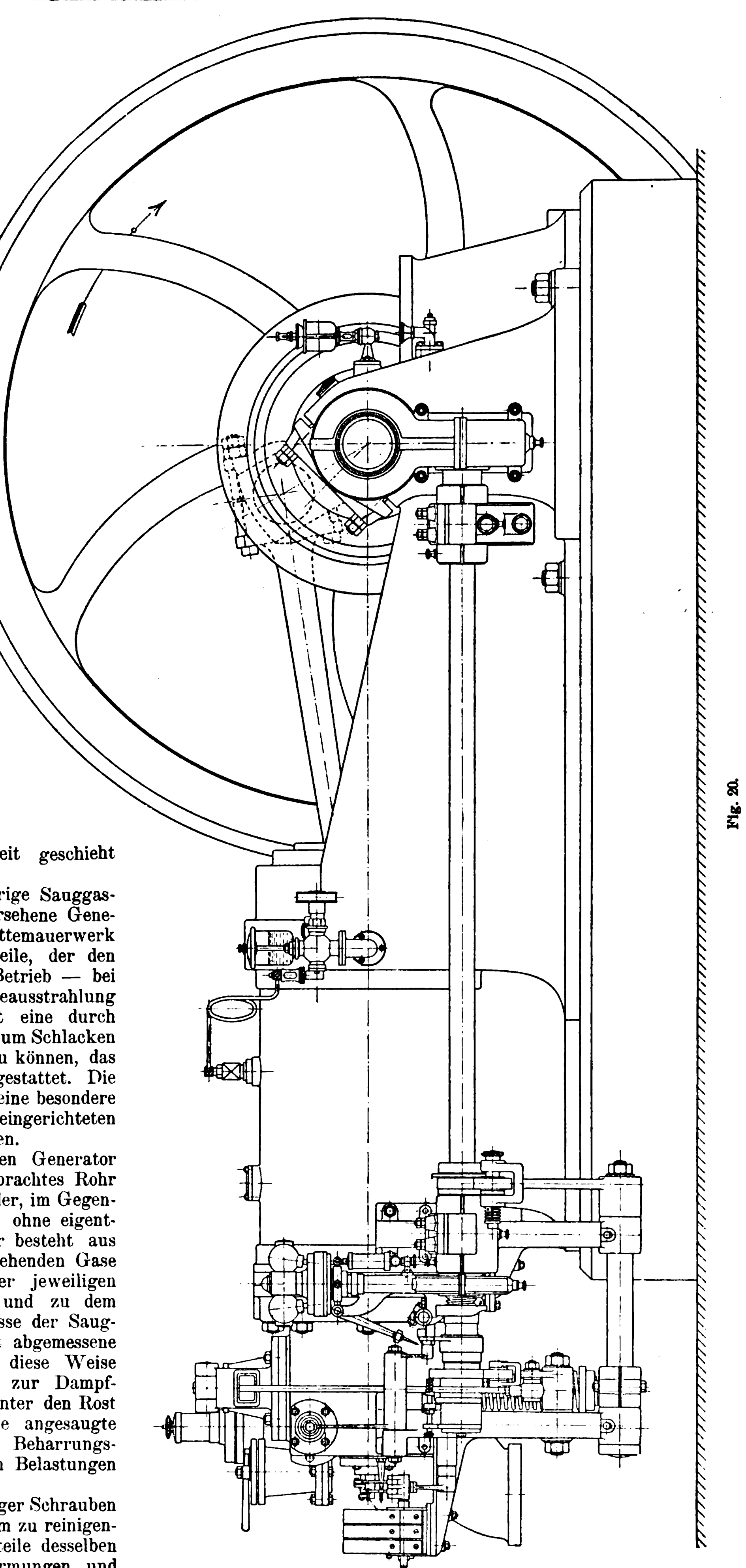
Das Anlassen der aus Fig. 20 ersichtlichen Maschine erfolgt mittels Benzin oder Leuchtgas; die Maschine ist zu dem Zwecke mit einem Hilfsventil versehen, durch welches so lange Brennstoff in den Zylinder eingeführt wird, bis der Generator seinen Beharrungszustand erreicht hat und brauchbares Gas liefert.

Der sonst zum Anlassen der Maschine erforderliche Ventilator kann hierbei fortfallen. Es ist dies bei kleineren Anlagen insofern von Vorteil, als man nunmehr weniger von



der Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit des die Anlage bezw. den Ventilator derselben bedienenden Arbeiters abhängig ist. Das Anlassen des Motors geht auf diese Weise glatter und sicherer von statten, als wenn mit dem Ventilator die Kohlenschicht im Generator glühend geblasen wird. Bei grösseren Anlagen, wo gewissenhafte Maschinisten zur Verfügung stehen und ferner der zum Anblasen dienende Ventilator durch einen besonderen Motor angetrieben wird, kann das genannte Hilfsventil in Wegfall kommen. Was den Motor im übrigen anbetrifft, so ist der mit Kühlmantel versehene Arbeitszylinder desselben in seiner ganzen Länge unterstützt. Die eigentliche Laufbüchse ist auswechselbar und aus einem besonders geeigneten Material hergestellt. Arbeitskolben und Schubstange sind sehr lang gehalten; letztere entspricht der sechsfachen Länge des Kurbelarmes. Zum Antreiben der Steuerwelle dienen Schraubenräder, die in einem Oelbade laufen. Die Lager der Kurbel- wie auch der Steuerwelle haben Ringschmierung.

Die Steuerung sämtlicher Ventile erfolgt zwangläufig in der Weise, dass sie durch unrunde Scheiben der Steuerwelle geöffnet, durch Federdruck geschlossen werden.


Fig. 20.

Die Regelung der Geschwindigkeit geschieht durch Aussetzen von Ladungen.

Fig. 21 zeigt die zum Motor gehörige Sauggasanlage. Der mit Doppelverschluss versehene Generator *A* ist mit einem starken Chamottemauerwerk ausgefüttert und in seinem oberen Teile, der den Kohlenvorrat für etwa fünfstündigen Betrieb — bei voller Belastung — enthält, gegen Wärmeausstrahlung mittels Kieselguhr isoliert; er besitzt eine durch D. R. G. M. geschützte Einrichtung, die, um Schlacken auch während des Betriebes abstossen zu können, das Einführen einer Schürstange von oben gestattet. Die losgestossenen Schlacken können durch eine besondere Tür oder durch den zum Umklappen eingerichteten Rost aus dem Generator entfernt werden.

Die erzeugten Gase verlassen den Generator durch ein im Oberteil desselben angebrachtes Rohr und treten dann in den Verdampfer *B*, der, im Gegensatz zu anderen derartigen Apparaten, ohne eigentlichen Wasserraum ausgeführt ist. Er besteht aus zweckmässig geformten, durch die abziehenden Gase beheizten Flächen, auf welche eine der jeweiligen Belastung des Motors entsprechende und zu dem Zwecke durch einen unter dem Einflusse der Saugwirkung des Motors stehenden Apparat abgemessene Wassermenge aufgespritzt wird. Auf diese Weise wird die Wärme äusserst vorteilhaft zur Dampfbildung ausgenützt und es bleibt die unter den Rost geführte Dampfmenge in bezug auf die angesaugte Luftmenge stets die gleiche — der Beharrungszustand des Generators somit bei allen Belastungen ein normaler.

Die Konstruktion des nach Lösen einiger Schrauben leicht zerlegbaren, demnach auch bequem zu reinigenden Verdampfers gestattet jedem Einzelteile desselben eine den aufeinander folgenden Erwärmungen und Abkühlungen entsprechende freie Bewegung. Den

oberen Teil des Generatormantels umgibt noch ein zweiter Mantel, durch den die Verbrennungsluft geleitet und erwärmt wird, bevor sie mit dem Wasserdampf zusammentrifft.

Der Skrubber C ist in der allgemein üblichen Weise hergestellt. Im Gastopf D, der in der Nähe des Motors aufgestellt ist, treten die Gase nochmals durch eine aus Holzwollseilen gebildete Filterschicht; etwaige mitgerissene Staubteilchen werden hier durch über die Holzwollseile gespritztes Petroleum angefettet. Diese Behandlung der Gase hat zur Folge, dass die Ventile fast ohne Schmutzansatz bleiben und der geringe Ansatz nicht fest, sondern derart lose an den Einzelteilen des Motors haftet, dass er durch Abwischen mit Putzlappen leicht beseitigt werden kann.

Der Generator arbeitet mit Anthrazit, Koks und nach Vornahme einer kleinen Abänderung auch mit sog. Kaumazit — einem Produkt aus dem böhmischen Kohlenrevier bei Aussig, welches in den *Wesselner Koks- und Kaumazitwerken von C. Mehlhardt*, Dresden, erzeugt und vertrieben wird.

Der Preis dieses Brennstoffes beträgt z. Zt., je nach der Korngrösse desselben, 105—130 M. ab Werk für 10000 kg. Nach Angabe der Firma *Moritz Hille* verbraucht eine Sauggasmotorenanlage von etwa 20 PS, einschliesslich Abbrand bei zehnstündiger Arbeitszeit etwa 130 kg Kaumazit, die in Dresden 2,30 M. kosten, sodass für 1 $^{PS}/_{Std.}$ etwa 1,15 Pfg. für Brennstoff aufzuwenden sind.

Fig. 21.

(Schluss folgt).

Die störenden Bewegungen der Lokomotive unter Berücksichtigung der auftretenden Reibungswiderstände.

Von Dipl.-Ingenieur **Karl Wolters**, Hannover.

(Fortsetzung und Schluss von S. 677 d. Bd.)

7. Drehungen um andere Achsen.

Nachdem wir nun gesehen haben, dass sämtliche Drehungen, bei denen der Schwerpunkt in Ruhe bleibt, nicht eintreten können, soll jetzt weiter untersucht werden, ob nicht solche möglich sind, an denen der Schwerpunkt selbst teilnimmt. Denken wir uns beispielsweise an dem durch Fig. 10 wiedergegebenen Parallelepiped bei A eine lotrechte Kraft A' angreifend und den Körper selbst in der Kante BC festgehalten, dann sieht man, dass eine Drehung um den Schwerpunkt S, bei der dieser in Ruhe bleibt, nicht möglich ist, wohl aber eine Drehung um die Kante BC, bei der der Schwerpunkt selbst einen Kreisbogen beschreibt. Genau so verhält sich eine Lokomotive: hier haben wir statt der Kraft A' die Kreuzkopfdrücke und der Widerstand der



Kante BC wird durch die Reibung an den einzelnen in Frage kommenden Stellen geleistet. Da nun die Achslager die stärkste Reibung liefern, so ist es mithin auch wahrscheinlich, dass um durch sie gelegte Achsen eine solche Drehung am ehesten eintritt, und zwar am leichtesten um eine möglichst weit von der Gleitbahnmitte entfernte Drehachse. Der Grund dafür ist, dass die Momente der Achsgabelreibung je zweier beliebiger Lager für jede zwischen ihnen gedachte Drehkante konstant ist, die Kreuzkopfdrücke dagegen ihr grösstes Moment für eine möglichst weit entfernte Drehachse erreichen.

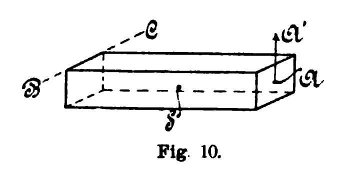


Fig. 10.

a) Parallel den Hauptachsen.

Untersuchen wir nun einmal, ob Drehungen um den Hauptachsen parallele Achsen möglich sind, dann erkennt man sofort, dass vielleicht Drehungen um die Kuppelachslager möglich sind, denn die Hebelarme der diese Drehung begünstigenden Kräfte sind jetzt im Vergleich zu denjenigen beim Nicken stark gewachsen, während die Reibungsmomente ihren Wert nicht wesentlich geändert haben, weil anstatt des durch die Hinterachse bedingten Reibungsmomentes das der Vorderachse getreten ist und die Wirkung der Berührungsfläche mit dem Tender sich etwa gegen die des Drehgestells aufgehoben hat.

Stellen wir nun einmal die Bedingungsgleichung auf, so erhalten wir ähnlich wie beim Nicken beim Einsetzen von Zahlen

$$\mathfrak{M}_{max} = -\frac{r}{L} \cdot (L - \Delta_1 + \Delta_2) \cdot 6200 \cdot 1{,}4142 = -7200$$

$$\mathfrak{M}_{min} = 0 - \frac{1}{5} \cdot (L - \Delta_1 + \Delta_2) \cdot 6200 \cdot 1 = -5180$$

somit

$$\mathfrak{M}_{max} - \mathfrak{M}_{min} = -2020$$

Ferner liefert die Reibung die beiden Momentensummen

$$\mathfrak{R}_{m_1} = -[(\Delta_3 - \Delta_1) \cdot 0{,}1 \cdot (3100 - 670) \cdot 2 + (\Delta_5 + \Delta_2) \cdot 5{,}4 + 12] = -1307$$

und

$$\mathfrak{R}_{m_2} = -1410$$

Somit sehen wir, dass auch um diese Achse als Drehachse bei unserer Lokomotive die Drehung nicht möglich ist.

Um eine andere Achse aber parallel der Y-Achse, etwa der Berührungsfläche mit dem Tender, tritt erst recht keine Bewegung ein, denn dann käme noch das Moment der Reibung an den Lagerkasten der Hinterachse hinzu, während die schon vorhandenen übrigen Momente sämtlich linear zunehmen würden.

b) Schiefe Achsen.

Jedoch wäre es noch möglich, dass etwa um die Verbindungslinie zweier auf verschiedenen Seiten liegender Lagerkasten der Trieb- und Kuppelachse Bewegung eintreten könnte, und dieser Fall soll jetzt noch näher untersucht werden. Dabei müssen wir in den Momenten der Kreuzkopfdrücke statt der früheren Hebelarme $(L - \Delta_1)$ jetzt die Lotrechten von Punkten auf der Gleitbahnmitte, welche diese Entferung $(L - \Delta_1)$ von der Schwerpunktsachse haben, auf die neue Drehachse einsetzen. Diese bestimmen sich leicht folgendermassen; es ist (vergleiche Fig. 11)

$$\frac{\frac{\Delta_3 - \Delta_1}{2}}{c} = \frac{\frac{\Delta_3 - \Delta_1}{2} + L}{EF}$$

daraus wird

$$EF = \frac{\frac{\Delta_3 - \Delta_1}{2} + L}{\frac{\Delta_3 - \Delta_1}{2}} \cdot c$$

$$= \frac{1{,}3 + 1{,}5}{1{,}3} \cdot 0{,}63 = 1{,}355$$

ferner ist

$$tg\,\varrho = \frac{\Delta_3 - \Delta_1}{2 \cdot c} = \frac{1{,}3}{0{,}63} = 2{,}06$$

damit wird

$$\varrho = 64^0\ 55'$$

Damit ist für den Kreuzkopfdruck der linken Maschine der Hebelarm bezogen auf die Drehachse AB

$$GH = GF \cdot \sin \varrho = (1{,}355 + 1{,}02) \cdot 0{,}899 = 2{,}15$$

und für die rechte Maschine

$$JK = JF \cdot \sin \varrho = (1{,}355 - 1{,}02) \cdot 0{,}899 = 0{,}3$$

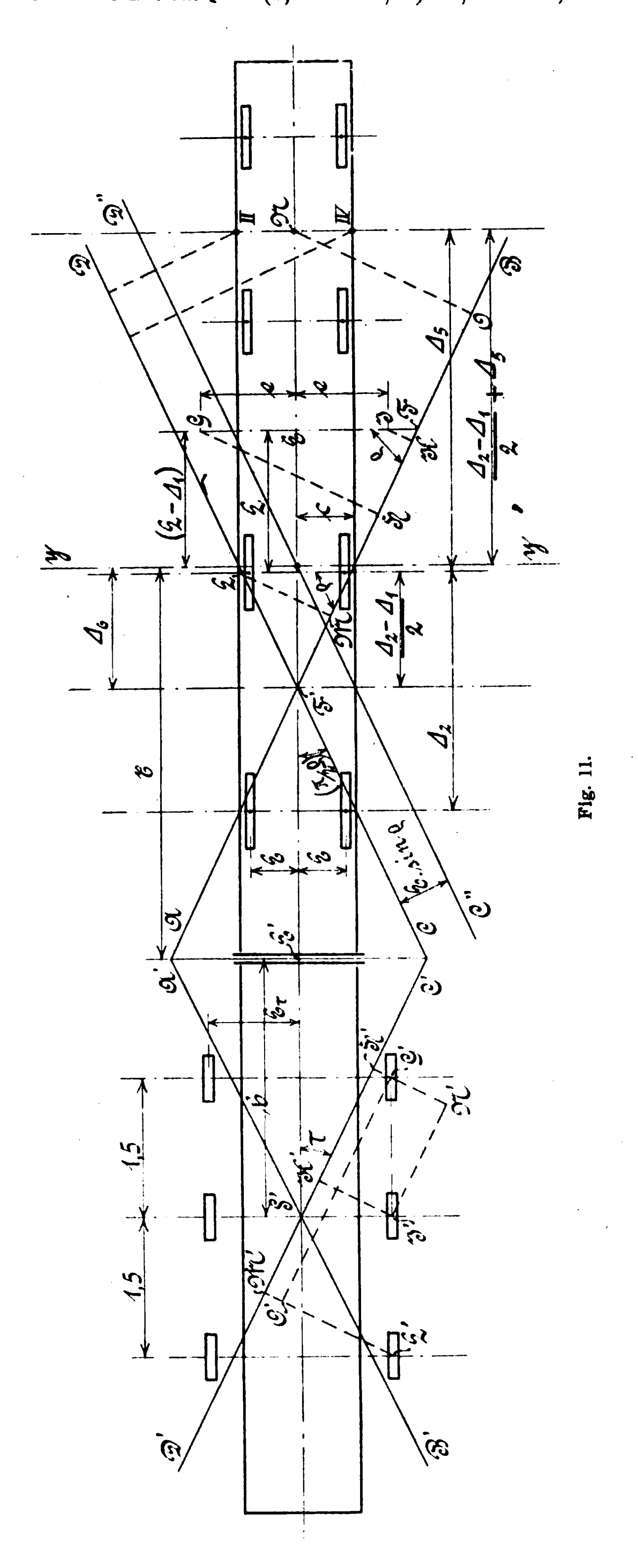


Fig. 11.

folglich hat das die Bewegung hervorrufende Moment die Grösse

$$\frac{1}{5} \cdot 2{,}15 \cdot P' \cdot \sin a - \frac{1}{5} \cdot 0{,}3 \cdot P'' \cdot \cos a = f(a)$$

Da diese Funktion von $a = 0^0$ bis $a = 90^0$ stetig ist,

und da innerhalb dieser Grenzen ein Maximum liegen muss, so erhalten wir dasselbe, wenn wir

$$f'(a) = {}^1/_5 \,.\, 2{,}15 \,.\, 6200 \,.\, \cos a - {}^1/_5 \,.\, 0{,}3 \,.\, (-6200) \,.\, (-\sin a) = 0$$

setzen, woraus unmittelbar folgt

$$tg\, a = 7{,}17 \text{ und } a = 82^0$$

damit erhalten wir dann

$$\mathfrak{M}_{max} = 2{,}15 \,.\, {}^1/_5 \,.\, 6200 \,.\, \sin 82^0 + {}^1/_5 \,.\, 0{,}3 \,.\, 6200 \,.\, \cos 82^0 = 2692$$

$$\mathfrak{M}_{min} = 0{,}3 \,.\, {}^1/_5 \,.\, P'' \,.\, \cos 0^0 = 372$$

somit die Differenz

$$\mathfrak{M}_{max} - \mathfrak{M}_{min} = 2320$$

Um die Momente der diese Bewegung hindernden Reibung festzustellen, müssen wir auch hier die Hebelarme bilden, und zwar erhalten wir als Hebelarm für die Achslagerreibung

$$LM = 2 \,.\, c \,.\, \sin \varrho = 2 \,.\, 0{,}63 \,.\, 0{,}899 = 1{,}13$$

ferner für die Reibung am Drehgestell

$$NO = \left(\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{2} + \Delta_5\right) \,.\, \sin (90^0 - \varrho)$$
$$= (1{,}3 + 3{,}75) \,.\, \sin 25^0\, 5' = 2{,}14$$

Somit müssen wir noch das Moment der Reibung an den Achsgabeln des Tenders bestimmen; dies können wir mit genügender Genauigkeit schätzen, und zwar betrug es bei Drehungen um die X-Achse $= 20$ und um die Y-Achse $= 12$. Da die neue Achse zwischen beiden liegt, so können wir es mit 17 einführen. Damit erhalten wir dann

$$\mathfrak{R}_{m_1} = \left[\{1{,}13 \,.\, 0{,}1 \,.\, (3100 - 670)\} \,.\, 2 + 2{,}14 \,.\, 5{,}4 + 17\right] = 579$$

und

$$\mathfrak{R}_{m_2} = 623$$

Somit ist die Ungleichung

$$2320 > 579 + 623$$

erfüllt, d. h. um diese Achse kann die Bewegung eintreten. Da aber die Reibung und auch die Kreuzkopfdrücke für die Achse CD dieselben Werte liefern, so tritt auch um diese Achse Bewegung ein.

Bei Leerlauf dagegen weisen die Momente der linken Seite stets den Wert $= 0$ auf, während die Reibung immer noch einen positiven Wert besitzt, sodass diese Bewegung dann nicht eintreten kann.

III. Untersuchung der möglichen Bewegungen um die beiden Achsen.

Bei der Untersuchung dieser Bewegungen müssten wir eigentlich nicht von der Ruhelage ausgehen, welche vorhanden ist, wenn die Maschine nicht durch Dampf getrieben wird, denn die lotrechten Kreuzkopfdrücke werden sowohl ein Heben in der Z-Richtung, als auch im Verein mit einigen übrigen Momenten ein Drehen um die Y-Achse herbeiführen, sondern von der Mittellage der arbeitenden Maschine, die durch die Einwirkung der sämtlichen Kräfte bezw. Momente des ersten Abschnittes bedingt ist. Da dies aber die zu untersuchende Bewegung zu beeinflussen nicht imstande ist, so können wir dieselbe auch ebensogut erkennen, wenn wir obige Lage zum Ausgangspunkt unserer Betrachtung wählen. Dies wird um so weniger schaden, da die arbeitende Maschine in ihrer Mittellage sich auch im Gleichgewicht befindet, indem sie die Federspannungen teilweise durch gleichwertige Kreuzkopfdrücke ersetzt hat.

Wie nun in der Ableitung, die beim Wogen im vorigen Kapitel eingeschoben ist, gezeigt, müssen wir jetzt zunächst punktweise die Geschwindigkeitskurve konstruieren, ausgehend von der Gleichung

$$d\,z' = \frac{\mathfrak{K} - \mathfrak{R} - k \,.\, z}{M} \,.\, d\,t$$

Da wir es hier aber nicht mit einer geradlinigen Bewegung, sondern mit einer Drehung zu tun haben, so nimmt die Gleichung, wie schon beim Wanken erwähnt, hier die Form an

$$\frac{d\,\chi_{CD}}{d\,t} = \frac{(\mathfrak{M} - \mathfrak{R}) - \Sigma\, k \,.\, s \,.\, r}{\Sigma\, J_{CD}}$$

wobei s die jeweilige Zusammendrückung oder Entlastung einer Feder des Abstandes r von der Drehachse und $\Sigma\, J_{CD}$ die Summe der Trägheitsmomente der Maschine und des Tenders bezogen auf die neue Drehachse bezeichnet, auf welche sich auch die Winkelgeschwindigkeit χ_{CD} bezieht.

Die Momente der Kreuzkopfdrücke können wir uns nun leicht bilden, da wir wissen, dass dieselben eine Sinuskurve geben müssen, und da ihre maximalen Werte betragen

$${}^1/_5 \,.\, 0{,}3 \,.\, 6200 \,.\, 1 = 372$$

und

$${}^1/_5 \,.\, 2{,}15 \,.\, 6200 \,.\, 1 = 2668$$

Mithin können wir uns die gleichzeitig vorhandenen Werte beider Momente zum resultierenden Moment leicht zusammensetzen, wie in Fig. 12 über der Achse XX für die Drehachse AB und über $X'X'$ für die Drehachse CD geschehen ist.

Bei jeder der zu betrachtenden Drehbewegungen wird sich nun wahrscheinlich eine Mittellage für jede Schwingung herausbilden, die von der Mittellage einer gleichförmig bewegt gedachten Maschine verschieden ist. Sobald nun eins der obigen Momente grösser oder kleiner als das dieser Mittellage entsprechende Moment der Federentlastung, vermehrt bezw. vermindert um das jeweilige Reibungsmoment, wird, muss die Maschine sich heben oder senken. Schätzen wir nun einmal dieses Federentlastungsmoment und tragen es in Fig. 12 ein, so erhalten wir die den Abscissen parallelen Geraden AA und BB. Ziehen wir nun sowohl nach oben wie nach unten in den Abständen der Grösse der jeweiligen Reibungsmomente Parallele, so erhalten wir die beiden Zickzacklinien in den Figuren. Diese Form rührt daher, dass die Werte T_t und T_k von Quadrant zu Quadrant ihr Vorzeichen und innerhalb jedes Quadranten von Winkel zu Winkel ihren Wert ändern, jedoch ist ihre Summe innerhalb eines Quadranten fast konstant, sodass wir ziemlich genau gerade Strecken erhalten. Während der Zeit nun, wo die Momente der Kreuzkopfdrücke grösser bezw. kleiner als diese Parallelen der Reibungsmomente sind, muss das Gestell in Bewegung geraten.

Die Rechnung selbst soll nun so vorgenommen werden, dass die Umdrehungszeit der Maschine in eine Anzahl gleicher Zeitintervalle $\mathfrak{T}$ zerlegt wird, und für jedes dieser Zeitintervalle soll die rechte Seite der letzten Gleichung, wie bereits beim Wogen im vorigen Kapitel erwähnt, als konstant angenommen werden, sodass wir aus derselben die Geschwindigkeitszunahme erhalten. Die beste Annäherung ergibt sich dann, wenn man für jedes dieser Zeitintervalle $\mathfrak{T}$ die in der Mitte derselben vorhandenen Grössen der Kräfte einführt. Dabei lässt sich zunächst das Glied $\Sigma\, k \,.\, r \,.\, s$ einfacher schreiben, denn es ist etwa für diese Mitte

$$r \,.\, s = r \,.\, s_0 + r \,.\, \chi_{CD} \,\frac{\mathfrak{T}}{2}$$

wenn s_0 die Entlastung zu Anfang des Zeitteilchens $\mathfrak{T}$ bedeutet und χ'_{CB} die für die Zeit $\mathfrak{T}$ konstant angenommene Winkelbeschleunigung der Drehung. Folglich nimmt die letzte Gleichung die Form an

$$\frac{d\,\chi_{CD}}{d\,\mathfrak{T}} = \chi'_{CD} = \frac{(\mathfrak{M} - \mathfrak{R}) - \Sigma\, k \,.\, r \,.\, s_0 - \Sigma\, k \,.\, r \,.\, \chi_{CD}\,\frac{\mathfrak{T}}{2}}{\Sigma\, J_{CD}}$$

Jetzt bleiben noch die Werte r zu bestimmen. Da nun, wie bei den einzelnen Bewegungen im vorigen Kapitel bewiesen, der Druck an der Berührungsstelle mit dem Tender so gross ist, dass der Tender sich stets mit drehen wird, so müssen wir auch die Tenderfedern bei dieser Betrachtung mit in Rechnung ziehen. Dreht sich nun (Fig. 11) die Maschine um die Achse CD beispielsweise, dann beschreibt eine vom Schnittpunkt dieser Achse mit der Verlängerung der Berührungsebene mit dem Tender auf die Z-X-Ebene gefällte Lotrechte eine Kegelfläche, deren Spitze der Punkt C ist. Bei dieser Bewegung wird die gleiche Erzeugende am Tender eine Kegelfläche um den Punkt CC' beschreiben, sodass der Tender sich um die Achse $C'D'$ bewegen wird. Die Entfernungen der Federn von dieser Achse sind nun zunächst zu bestimmen. Es folgt dazu aus der Fig. 11

$$E' C = E' F' \cdot tg\left(\frac{\pi}{2} - \varrho\right) = (\mathfrak{r} - \Delta_6) \cdot tg\, 25^0\, 5'$$

$$= (3{,}8 - 1{,}35) \cdot 0{,}468 = 1{,}15$$

damit

$$tg\, \tau = \frac{E' C}{E' S'} = \frac{1{,}15}{b_1 + {}^{\mathfrak{u}}/_2} = \frac{1{,}15}{2{,}5 + 0{,}3} = 0{,}41$$

wobei $b = 2{,}5$ die Entfernung des Schwerpunktes des Tenders von der Berührungsebene mit der Maschine bedeutet.

Daraus erhalten wir weiter

$$\tau = 24^0\, 15'$$

Bezeichnet nun $\varepsilon_\tau = 1$ die Entfernung der Federn von der X-Achse, dann erhalten wir endlich den Abstand der Mittelfeder

$$= J' K' = \varepsilon_\tau \cdot cos\, \tau = 1 \cdot 0{,}912 = 0{,}912$$

ferner für die der Maschine zugekehrte Feder

$$= G' H' = J' K' - N' G' = 0{,}912 - 1{,}5 \cdot sin\, \tau = 0{,}297$$

und für die letzte Feder

$$= L' M' = L' O' + O' M' = 1{,}5 \cdot 2 \cdot sin\, \tau + 0{,}297 = 1{,}527$$

dabei ist das Trägheitsmoment angenommen gleich dem eines zylindrischen homogenen Kessels, dessen Durchmesser $= 2 \cdot r_\varkappa$ ist. Ferner ist dabei die Masse bestimmt aus der Beziehung

$$9{,}81 \cdot M = 36\,360$$

zu

$$M = 3700$$

Nehmen wir ferner für das Trägheitsmoment J_2 den Trägheitshalbmesser $= 0{,}33$ der Kessellänge an und diese $= 3{,}6$, dann ist

$$J_2 = (0{,}33 \cdot 3{,}6)^2 \cdot 3700 = 5200$$

Damit ist dann das Trägheitsmoment für die Schwerpunktsachse $C'' D''$ (Fig. 11), welche CD parallel läuft,

$$J_{C'' D''} = J_1\, cos^2\, (\pi - \varrho) + J_2 \cdot cos^2 \varrho$$

$$= 0{,}81 \cdot 1040 + 0{,}192 \cdot 5200 = 1840$$

woraus unmittelbar folgt

$$J_{CD} = J_{AB} = J_{C'' D''} + M \cdot \mathfrak{e}^2,$$

wenn $\mathfrak{e}$ der lotrechte Abstand der Achsen CD und $C''D''$ ist.

Das gibt

$$= 1840 + 3700 \cdot 1{,}66 = 7990$$

Fig. 12.

Fig. 12a.

Fig. 12b.

Die Abstände der Maschinenfedern betragen ferner

für die Feder IV

$$= (\Delta_2 + \Delta_5) \cdot sin\left(\frac{\pi}{2} - \varrho\right) = 2{,}72$$

für die Feder II

$$= \Delta_5 \cdot sin\left(\frac{\pi}{2} - \varrho\right) = 1{,}56$$

für die Trieb- und Kuppelachsfeder

$$= \sim \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{2} \cdot sin\left(\frac{\pi}{2} - \varrho\right) \cdot 2 = 1{,}1$$

Somit bleiben nur noch die Trägheitsmomente zu bestimmen übrig. Diese erhalten wir aus den Hauptträgheitsmomenten und zwar bekommen wir für die Maschine

$$J_1 = M \cdot \frac{r_\varkappa^2}{2}$$

$$= 3700 \cdot \frac{0{,}75^2}{2} = 1040$$

Dabei ist

$$\mathfrak{e}^2 = h_2^2 + (\varepsilon \cdot sin\, \varrho)^2 = 1{,}15^2 + (0{,}59 \cdot 0{,}99)^2 = 1{,}66$$

Ferner müssen wir noch das Trägheitsmoment des Tenders ausrechnen, und zwar können wir mit genügender Genauigkeit dasjenige für eine Schwerpunktsachse einführen, welches sich ergibt aus der Beziehung

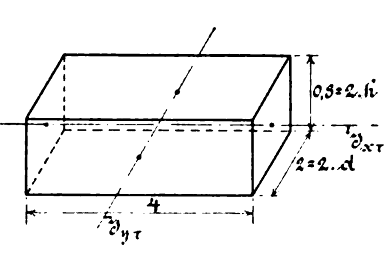


Fig. 13.

$$J_{C' D' \tau} = J_{x\tau} \cdot cos^2\, \tau + J_{y\tau} \cdot cos^2\, (90^0 - \tau)$$

wobei $J_{x\tau}$ das Hauptträgheitsmoment des Tenders für die X-Achse, ist

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{G_\tau}{9{,}81} \cdot (d^2 + h^2)$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{22\,900}{9{,}81} \cdot (1^2 + 0{,}4^2) = 900$$

bei den Abmessungen unseres Tenders, und wenn wir für den Tender ein Parallelepiped nach Fig. 13 einführen. Ferner ist $J_{y\,\tau}$ das Hauptträgheitsmoment für die Y-Achse,

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{22\,900}{9{,}81} \cdot (2^2 + 0{,}4^2) = 3240$$

sodass sich ergibt

$$J_{C'D'\tau} = 900 \,.\, 0{,}912^2 + 3240 \,.\, 0{,}41^2 = 1249$$

Dreht sich nun ~~die Maschine (Fig. 11) um die Achse CD~~ um den Winkel ξ_{CD}, dann dreht sich der Tender um den Winkel

$$\frac{b + {}^{\varkappa}/_2}{b_1 + {}^{\varkappa}/_2} \,.\, \xi_{CD} = \frac{3{,}5 + 0{,}3}{2{,}5 + 0{,}3} \,.\, \xi_{CD} = 1{,}35 \,.\, \xi_{CD}$$

$$= \sim \frac{b}{b_1} \,.\, \xi_{CD}$$

mithin ist die Winkelbeschleunigung

$$\frac{d^2 \xi_{C'D'}}{d t^2} = \frac{b}{b_1} \cdot \frac{d^2 \xi_{CD}}{d t^2}$$

damit müssen wir bilden

$$\Sigma J = J_{CD} + \left(\frac{b}{b_1}\right)^2 . J_{C'D'}$$

$$= 7990 + 1{,}35^2 \,.\, 1249 = 10260$$

sodass die Gleichung die Form annimmt

$$\chi'_{CD} = \frac{(\mathfrak{M} - \mathfrak{R}) - \Sigma k \,.\, r \,.\, s_0 - \Sigma k \,.\, r \,.\, \chi_{CD} \,.\, \mathfrak{T}/2}{10260}$$

Zur Rechnung selbst können wir nun aber noch einige Vereinfachungen vornehmen, und zwar wollten wir dazu zunächst im allgemeinen nur für Kurbelwinkel rechnen, zwischen denen dieselbe Zeit verfliesst; dann ist nämlich der Faktor $\mathfrak{T}$ ebenfalls konstant. Für unsere Maschine ist z. B. bei 90 km/Std. Fahrt

$$\omega = 2 \,.\, \frac{v}{D} = 2 \,.\, \frac{V/3{,}6}{D} = 2 \,.\, \frac{90}{3{,}6 \,.\, 1{,}96} = 25{,}5$$

folglich haben wir in der Zeiteinheit

$$\frac{25{,}5}{2 \,.\, \pi} = 4{,}05 \text{ Umdrehungen der Triebräder;}$$

damit gebraucht eine Umdrehung $= 2 \,.\, \pi$ die Zeit

$$= \frac{1}{4{,}05}$$

Nimmt man nun in Fig. 12 $2\,\pi = 90$ mm, dann gebraucht man für 1 mm nur die Zeit

$$= \frac{1}{4{,}05} \cdot \frac{1}{90} = \frac{1}{365} \text{ Sek.}$$

Rechnet man nun für je 2,5 mm, mit Ausnahme der ersten Punkte, weil die Bewegung nicht immer auf den Ordinaten anfängt, dann ist allgemein

$$\frac{\mathfrak{T}}{2} = \frac{2{,}5}{365} \cdot \frac{1}{2}$$

Weiter kann noch das Produkt $\Sigma k \,.\, r$ für sämtliche vorkommende Fälle ausgerechnet werden und zwar ist dabei k nach der Gleichung 39). zu bestimmen, je nachdem die Feder sich ausdehnt oder zusammenzieht. Beispielsweise bestimmt sich der erste Punkt auf der Ordinate 1 in Fig. 12 folgendermassen:

Die Grösse $(\mathfrak{M} - \mathfrak{R}) - \Sigma k \,.\, r \,.\, s_0$ kann man sich aus dieser Figur sofort abgreifen, denn dieser Wert wird stets durch die Ordinate in der Mitte des Zeitteilchens dargestellt, wenn man $\Sigma k \,.\, r \,.\, s$ ebenfalls von der mittleren Federentlastung aus nach aussen über die Reibungsmomente abträgt. Zu Anfang der Bewegung ist nun noch $s_0 = 0$, und somit erhält man die Differenz zwischen den Momenten der Kreuzkopfdrücke und der Reibung als Wert für die Rechnung. Für das vorliegende erste Intervall gibt dies Fig. 12 zu

$$(\mathfrak{M} - \mathfrak{R}) - \Sigma k \,.\, r \,.\, s_0 = 1 \text{ mm} = 100 \text{ mkg},$$

da 1 mm Ordinate 100 mkg darstellen; ferner ist noch für den ersten Punkt der Bewegung

$$\chi_{CD} = 0$$

Weiter erhält man beispielsweise für die Triebachsfeder den Starrheitskoeffizienten k, da diese Feder sich bei der Bewegung jetzt ausdehnen muss, bei Einsetzung von Zahlen in die Gleichung 39)., wobei noch ist

$$J_{\text{cm}^4} = \frac{9 \,.\, 1{,}3^3}{12} = 1{,}85$$

$$E = 2\,200\,000$$

$$l' = 95 \text{ cm}$$

$$f_2 = 0{,}25$$

wenn ich annehme, dass bei der augenblicklich vorhandenen Belastung eine Durchbiegung von 1 m = 100 cm möglich wäre, zu der Grösse

$$k = 2 \,.\, \frac{2 \,.\, 100 \,.\, 2\,200\,000 \,.\, 1{,}85 \,.\, 9}{(47{,}5 + 0{,}25 \,.\, 1{,}3 \,.\, 9) \,.\, 47{,}5^2} = 129\,000$$

wobei er ohne Reibung beiläufig 135 000 betragen würde. Somit ist das Produkt

$$k \,.\, r = 129\,000 \,.\, 1{,}1 = 141\,900$$

Macht man dies für alle Federn, so erhält man

$$\Sigma k \,.\, r = \sim 1\,000\,000$$

Da wir nun annehmen wollen, dass das Zeitteilchen $\mathfrak{T} = \frac{2{,}5}{365}$ Sek. mit einer mittleren Beschleunigung gleich der, welche in der Mitte vorhanden ist, durchlaufen würde, so haben wir den Ausdruck zu bilden

$$1/2 \,.\, \Sigma k \,.\, r \,.\, \mathfrak{T} = 1/2 \,.\, 1\,000\,000 \,.\, \frac{1}{365} \,.\, 2{,}5$$

$$= 1/2 \,.\, 6840 = 3420$$

Das erste Intervall beträgt aber, wie aus Fig. 12 hervorgeht, nur $\frac{2}{365}$ Sek., somit erhält man endlich für die Ordinate 1, bei welcher mithin vom Anfang der Bewegung an $\frac{1}{365}$ Sek. verflossen sind

$$\chi'_{CD} = \frac{100 - 0}{10260} = 0{,}0098$$

Da diese Beschleunigung aber nur $\frac{2}{365}$ Sek. in diesem ersten Intervalle dauert, so erreichen wir auch nur

$$\frac{2}{365} \,.\, 0{,}0098 = 0{,}0000536$$

Somit ist die Winkelgeschwindigkeit am Ende dieser Zeit

$$= 0{,}0000536$$

und die mittlere $= 1/2$ derjenigen am Ende

$$= 0{,}0000268$$

Infolgedessen hat das Moment während dieser Zeit abgenommen um

$$\Sigma (k \,.\, r) \,.\, (\chi_{CD} \,.\, \mathfrak{T}) = 1\,000\,000 \,.\, 0{,}0000268 \,.\, \frac{2}{365}$$

$$= 0{,}158 \text{ mkg}$$

Jetzt tragen wir uns über einer zweiten Abscissenachse auf denselben Ordinaten, wie in Fig. 12a und 12b geschehen ist, die Winkelgeschwindigkeiten am Ende auf und in denselben Figuren ferner die Momente der Federabnahme, die ihrer Kleinheit wegen in die obere Fig. 12 nicht eingetragen sind. Auf diese Weise ergibt sich für den zweiten Punkt 2

$$(\mathfrak{M} - \mathfrak{R}) - \Sigma k \,.\, r \,.\, s_0 = 2 \text{ mm} = 200 \text{ mkg}$$

würde ferner die Geschwindigkeit am Ende des ersten Zeitteilchens bis zur Mitte des zweiten beibehalten sein, dann würde die in Abzug zu bringende Grösse den Wert annehmen

$$\Sigma k \,.\, r \,.\, \chi' \,.\, \frac{\mathfrak{T}}{2} = 3420 \,.\, 0{,}0000536 = 0{,}183$$

und damit erhalten wir die Zunahme der Winkelgeschwindigkeit zu

$$\chi'_{CD} = \frac{200 - 0{,}183}{10260}$$

In dieser Weise ist dann bei der Bestimmung der beiden Kurven punktweise vorgegangen. Die so erhaltenen Geschwindigkeitskurven erreichen sämtlich dann, wenn die treibende Kraft = 0 wird, ihr Maximum und haben bei der maximalen treibenden Kraft einen Wendepunkt, der sich jedoch bei einzelnen infolge der Veränderlichkeit der Reibung etwas verwischt. Für den ersteren Wert tritt bei den Kurven der Momentenabnahme der Wendepunkt stets deutlich hervor, während der Einfluss der veränderlichen Reibungsmomente sich weniger bemerkbar macht. Die Endpunkte der Bewegung sind dadurch gefunden, dass die Geschwindigkeit für sie den Wert = 0 annimmt, während sie auch dadurch hätten bestimmt werden können, dass für sie die den schraffierten Flächen in Fig. 8 proportionalen Integrale Kraft × Zeit — positiv, solange die Momente der Kreuzkopfdrücke grösser als die der Reibung und negativ im umgekehrten Fall — = 0 sein müssen.

Wir sehen nun aber aus der Fig. 12 sofort, dass während dieser Drehung um die Achse CD auch Bewegung um die zweite Drehachse AB eintreten muss. Infolgedessen müssten wir eigentlich beide Drehungen zugleich betrachten. Da die Rechnung dadurch aber äusserst verwickelt und die Genauigkeit nur ganz unbedeutend gesteigert würde, so können wir auch jede Bewegung einzeln für sich ausrechnen. Bei der Drehung um die Achse CD ruft nämlich die Aenderung der Momente der Federspannungen auch eine solche für die zweite Drehachse AB hervor, dies gilt kaum für die der Trieb- und Kuppelachse, da sie ungefähr in der neuen Drehachse liegen, wohl aber für diejenige der Tenderfedern. Hierbei begünstigt die bereits eingetretene Aenderung derselben die Drehung um die neue Achse mit einem etwa gleichen Moment, da die neue Drehachse innerhalb eines Winkels liegt, der durch die Verbindungslinie des Schwerpunktes mit der äussersten Federmitte und der X-Achse gebildet ist, und da die Federn zur Y-Achse etwa symmetrisch liegen. Von diesem Moment ist dann aber dasjenige der Federn des Drehgestells abzuziehen, da infolge der gemeinsamen Lage dieser Federn innerhalb eines von den beiden Drehachsen gebildeten Winkels die Entlastung bei der ersten Drehung eine fast gleiche für die zweite Achse bedingt, sodass jede Aenderung des Momentes der Federspannungen bezogen auf eine Achse für die zweite Drehachse eine Aenderung hervorrufen wird, die sich ergibt aus der Beziehung

$$\frac{\Sigma k \,.\, r \,.\, \text{Entlastung der Tenderfedern} - \Sigma k \,.\, r \,.\, \text{Entlastung der Drehgestellfedern}}{\Sigma k \,.\, r \,.\, \text{Entlastung aller Federn}} \,.\, \text{Endmoment der ersten Drehung},$$

denn bei unserer Maschine ist das Moment der Tenderfedern grösser, als das der Drehgestellfedern. Da der Wert des Bruches aber ziemlich klein ist, etwa $^1/_7$ bei unserer Maschine, und da ferner die Wirkungen je zweier zugleich eintretenden Bewegungen aufeinander sich schon infolge ihrer fast gleichen Grösse beinahe aufheben (denn infolge der ersten Drehung um CD würde beispielsweise das Moment der Federentlastung der Achse AB vergrössert, während infolge der Drehung um AB das Moment der Federspannungen der ersteren Achse verkleinert würde), so war obiges Rechnungsverfahren begründet.

Die Grösse der durch die beiden Parallelen AA und BB (Fig. 12) wiedergegebenen Entlastung war, wie bereits erwähnt, zuerst geschätzt, und sodann die Bewegung solange verfolgt, bis der Beharrungszustand eintrat, bei dem die Federentlastung nach einer Drehung von 360° stets wieder denselben Wert erreichen muss. Diesen so erhaltenen Beharrungszustand veranschaulichen die Kurven.

Wie nun zu erwarten war, erkennt man weiter, dass jede der beiden Perioden sich aus einer grösseren und einer kleineren Ablenkung zusammensetzt und zwar abhängig von dem kleinsten Reibungswert.

Diesen ganzen Vorgang kann man sich noch etwas anschaulicher machen, und zwar wenn man sich in dem Schnittpunkt beider Drehachsen (vergl. Fig. 11) ein Lot errichtet denkt, dann würde dies die Ebene der Bahn lotrecht in der Ruhelage schneiden, und bei der Bewegung würde dieser Schnittpunkt einen Linienzug beschreiben. Den Drehwinkel jeder einzelnen dieser Bewegungen kann man aber leicht bekommen, wenn man die in den beiden Fig. 12a und 12b aufgetragenen Endgrössen der Momentenänderung durch die Summe der Starrheitskoeffizienten × Entlastung dividiert. Multiplizieren wir dann diesen Drehwinkel in natürlichen Winkeln mit der Entfernung des Schnittpunktes auf der Bahn von der Drehachse ($= h_2 + {}^D/_2$), dann erhalten wir die von diesem Punkte auf der Bahn beschriebenen Strecken. Auf diese Weise erhalten wir für die Drehachsen AB und CD, anfangend mit der ersten Drehung um AB, wenn wir die Strecken der Deutlichkeit wegen nebeneinander auftragen,

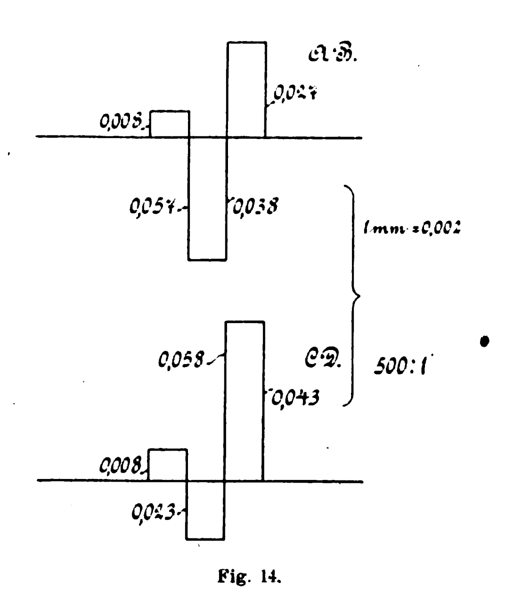


Fig. 14.

das Bild der Fig. 14. Dabei geben die Zahlen die Strecken im Masstab 500 : 1 wieder. Setzen wir diese der Zeit nach richtig zusammen, wobei der Einfachheit wegen angenommen ist, dass je zwei Bewegungen zugleich anfangen und enden, dann ergibt sich die Darstellung Fig. 15. Dabei wird sich der Schnittpunkt auf der Bahn durch die Punkte bewegen: 0, 2, 3, 4 und zum Anfangspunkt zurück.

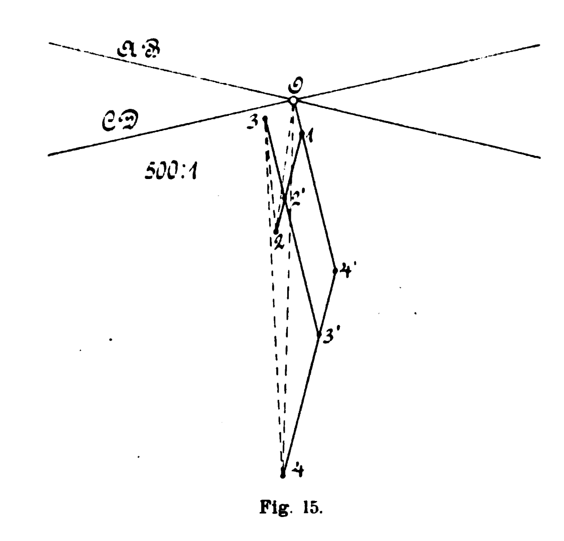


Fig. 15.

Wie stets zwei zugleich auftretende Drehungen kann man auch diese beiden zu einer Resultierenden zusammensetzen und erhält dann zeitweise eine solche um eine der Maschinenlängsachse parallele Drehachse, die unter derselben in der Ebene der Achsen liegt. Hätten wir im vorigen Kapitel für diese Drehachse die Möglichkeit der Bewegung untersucht, dann hätten wir das Eintreten dieser dem Wanken ähnlichen Drehung ebenfalls gefunden. Dies hat darin seinen Grund, dass die Momente der Reibung bezogen auf diese Drehachse gegenüber denen beim Wanken mit verkürztem

Hebelarm auftreten, während die treibenden Momente ihre Werte nicht ändern.

Weiter können wir auch noch die Abweichung der Mittelebene dieser Schwingung von der Ruhelage der nicht vom Dampf getriebenen Lokomotive finden, wenn wir die Ordinate der Federentlastung $\times$ 100 durch die Summe der Starrheitskoeffizienten dividieren und da erhalten wir in natürlichen Graden diesen Winkel für beide Drehachsen etwa zu

$$\frac{18{,}25 \,.\, 100}{1\,000\,000} = 0{,}001\,825$$

Hätten wir ferner nicht eine solche Fahrgeschwindigkeit zu Grunde gelegt, bei der der Massendruck fast konstante Kolbenkraft bedingt, dann würde trotzdem diese Art der Ableitung passend sein, nur würden wir keine Sinuskurven erhalten, sondern die jeweiligen Ordinaten würden sich vergrössern bezw. verkleinern im Verhältnis $\frac{\text{Kolbendruck}}{\text{mittlerem Druck}}$.

Aus dieser ganzen Betrachtung sehen wir also, dass die Reibung fast hinreicht, auch diese letzte mögliche Bewegung zu verhindern, denn Fig. 15 ist im Masstab 500 : 1 gezeichnet; jedenfalls können aber die Bewegungen des Gestells sich im Lauf der Zeit nicht addieren und dadurch für die Sicherheit der Fahrt gefährlich werden.

Dass dies aber nicht nur für die vorliegende Fahrgeschwindigkeit, sondern auch für andere zutrifft, geht daraus hervor, dass bei kleineren Geschwindigkeiten die Zeit $\mathfrak{T}$ zwar grösser wird, damit auch die erreichte Endgeschwindigkeit. Infolgedessen ist der Verlauf der Entlastungskurve steiler, sodass diese die Kurve der resultierenden Kreuzkopfdrücke nach einem kleineren Drehwinkel schneiden wird; damit ist dann das Integral Kraft $\times$ Zeit im Verhältnis zur Gesamtfläche kleiner und damit auch der Endpunkt der Bewegung dem Anfangspunkte, im Vergleich zur Abscisse 2 . π, näher gerückt, sodass, trotzdem die Grösse der Bewegung zunimmt, die Dauer derselben, verglichen mit der Zeit einer Umdrehung, abnimmt. Würde aber eine höhere Geschwindigkeit der Betrachtung zugrunde gelegt sein, dann würde die Entlastungskurve noch flacher ausfallen und damit das Integral verhältnismässig grösser, sodass der Ausschlag kleiner, aber die Dauer der Bewegung, im Vergleich zur ganzen Zeit, grösser sich ergeben würde. Jedoch können beide sich nicht mehr stark verändern, da bei 90 km/Std. das Integral fast durch die ganze Fläche zwischen der Momentenkurve der Kreuzkopfdrücke und der Reibung wiedergegeben wird und diese zugleich der maximale Wert desselben ist. Somit sehen wir, dass bei unserer Lokomotive die Reibung imstande ist, bei jeder Fahrgeschwindigkeit die störenden Bewegungen bis auf einen unscheinbaren Rest zu verhüten. Dasselbe trifft für jede andere Maschine zu, wenn jener maximale Wert der Kreuzkopfdrücke so klein bleibt, dass die Lotrechte, welche das Ende der Bewegung angibt, und die eine gleiche Fläche zwischen den Momentenkurven einschliesst, vor den Anfangspunkt der neuen rückläufigen Bewegung fällt, denn dann können sich auf keinen Fall im Lauf der Zeit die einzelnen Schwingungen addieren und eventuell für die Sicherheit der Fahrt gefährlich werden.

Tabelle der Abmessungen der dem Beispiel zu Grunde gelegten Lokomotive.

Bezeichnung	Werte	Bedeutung
$J_1\ J_2$	1040 5200	Hauptträgheitsmomente.
G	36 360	Gewicht des Lokomotivgestelles.
$\Delta_1\ \Delta_2$	0,05 2,65	horizontaler Abstand des Schwerpunktes des Gestelles von der Treib- bezw. Kuppelachse.
Δ_5	3,75	horizontaler Abstand vom Drehzapfen des Drehgestells.
Δ_6	1,35	horizontaler Abstand vom Drehpunkt des Ausgleichshebels.
2 . ε	1,18	die Entfernung der auf den beiden Seiten liegenden Federn der Treibachse voneinander.
D	1,96	Triebraddurchmesser.
v	$^{90}/_{3,6}$	die Fahrgeschwindigkeit der Lokomotive.
h_2	1,15	der vertikale Abstand des Schwerpunktes des Gestelles von der Achsmitte der Triebräder.
h_3	1,3	der vertikale Abstand des Schwerpunktes des Gestells von der Achsmitte vom Drehzapfen des Drehgestells.
$P'\ P''$	6200	die Kolbenstangenkräfte der Maschinen.
μ	$^{270}/_{9,81}$	die hin- und hergehenden Massen.
r	0,3	der Kurbelradius.
L	1,5	die Länge der Schubstange.
2 . e	2,04	die Entfernung der Zylindermitten voneinander.
2 . c	1,26	die Entfernung der Rahmenmitten voneinander.
Q	16 400	das Gewicht der parallel zu verschiebenden Teile des Drehgestells + Belastung desselben.
Q_1	2500	das Gewicht der Radsätze des Drehgestells.
δ	0,14	der Zapfendurchmesser der Laufräder des Drehgestells.
ϱ	0,49	der Halbmesser der Laufräder des Drehgestells.
Q_d	7950	die Belastung der Gleitflächen des Drehgestells.
$Q_t\ Q_k$	5200 5000	die Belastung eines Rades der Treib- bezw. Kuppelachse.
$Q_t'\ Q_k'$	14000 14000	die Belastung beider Räder der Treib- bezw. Kuppelachse + Achsgewicht.
$\mathfrak{z}$	0,5	der wagerechte Abstand der Mitten der Berührungsflächen mit dem Tender von der Maschinenmitte.
h_4	0,8	den senkrechten Abstand dieser Mitten vom Schwerpunkt des Gestelles.
$\mathfrak{x}$	3,8	den wagerechten Abstand von der Y-Z-Ebene.
u	0,6	die Länge des Kuppelbolzen.

Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie und der photochemischen Reproduktionsverfahren.

Von **J. M. Eder** und **E. Valenta.**

(Fortsetzung von S. 717 d. Bd.)

Fixieren, Verstärken, Abschwächen des photographischen Silberbildes.

Zur Zerstörung von Spuren von Fixiernatron, welche in der Schichte der Negative oder der positiven Papierbilder zurückblieben, wenn das Auswaschen nicht gründlich vorgenommen wird, empfiehlt *E. Valenta*[87]) das Kaliumperkarbonat, welcher sich, mit Wasser zusammengebracht, unter Bildung von Wasserstoffsuperoxyd und Freiwerden von Sauerstoff zersetzt, so dass Fixiernatron rasch und sicher zerstört wird.

Ueber die chemischen Vorgänge beim Schwärzen des mit Quecksilberchlorid gebleichten Silberbildes schrieb *Chapman Jones*[88]). Nach den Untersuchungen des genannten entsteht dabei metallisches Quecksilber, Silber, Natrium-

[87]) Photogr. Corresp. 1901, S. 235.

[88]) The Amateur Photogr. 1902, S. 329.

silberthiosulfat und Mercurinatriumthiosulfat. *G. Hauberrisser*[89]) meint, dass in dem Schwärzungsprodukte eine Schwefelverbindung von Silber resp. Quecksilber enthalten sei; nach den Untersuchungen *E. Valentas*[90]) über diesen Gegenstand, ist dies keineswegs richtig, sondern es wurde durch dieselben die Richtigkeit der *Chapman Jones*schen Angaben bestätigt.

Die von *R. E. Blake-Smith* und *J. L. Garle*[91]) empfohlene Schwärzung des gebleichten Silberbildes mit Formalin und Aetzkali bietet nach *Chapman Jones* keine Vorteile vor der älteren Methode des Schwärzens mit Eisenoxalatentwickler.

Der *Agfaabschwächer* der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation in Berlin ist ein Gemisch von 1 Teil gepulvertem entwässerten Kaliumferrioxalat mit 10 Teilen desgl. Fixiernatron[92]).

Eine verdünnte (hellgelbe) Lösung von Ammoniumbichromat, der einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt wurden, wirkt abschwächend auf Silberbilder. Stark verschleierte Platten werden, so behandelt, rasch klar. *L. Schlemmer*[93]), *Buguét*[94]).

Valenta, fand, dass Schwefelammonium auf feinkörnige Silberbilder (Chlorbromsilberemulsionen, Chlorsilberbilder) abschwächend wirke[95]).

Photographische Papiere.

Mit der Erhöhung der Papierpreise von Seiten der Firmen *Steinbach* in Malmedy und *Blanchet-Kleber* in Rives, welche vor einigen Jahren erfolgte, war der Anstoss gegeben, dass eine Anzahl von deutschen und österreichischen Papierfabriken sich für die Herstellung photographischen Rohpapieres zu interessieren begannen und sich auf diese Fabrikation verlegten; so bringt z. B. die Firma *„Neusiedler Aktiengesellschaft für Papierfabrikation“* ein preiswürdiges, barytiliertes, derartiges Papier in verschiedenen Farbnüancen, glänzend und matt, in den Handel. Einige deutsche Firmen, wie z. B. *Gebr. Hoffsümmer* in Düren, haben die Herstellung photographischen Rohpapieres mit Erfolg begonnen und bringen gute, derartige Papiere auf den Markt.

Negativpapier. Trotz der Vorteile, welches mit Gelatineemulsion präpariertes, genügend durchsichtiges Papier (Negativpapier) bei direkten Aufnahmen in der Kamera bietet (geringes Gewicht, Lichthoffreiheit, kleines Volumen usw.), hat dasselbe weder die Trockenplatten noch die Films zu verdrängen vermocht. Der Hauptnachteil des Negativpapiers ist, dass immer die Papierstruktur mehr oder weniger zur Geltung kommt. Bei grossen Formaten ist das weniger störend; in diesem Falle kommt auch das geringe Materialgewicht gegenüber Trockenplatten besonders zur Geltung.

O. Moh in Görlitz nahm ein Patent auf die *Herstellung von Negativpapier.*[96]) Auf eine unbedeckte Papierfläche wird erst eine Kautschukschicht, dann eine Kollodionschicht und darauf die Gelatineemulsionsschicht aufgetragen, und zwar so, dass das Papier sein natürliches Korn auf den Film überträgt. Ebensolche Papiere, jedoch ohne Emulsionsschicht, können zur Verstärkung des fertigen Bildes dienen, indem man die Schichtseiten aufeinander quetscht und nach dem Trocknen die Papiere abzieht[97]).

Negativpapiere, welche direkt zur Herstellung von Kopieen verwendet werden können und sehr klare, fast strukturlose Bilder liefern, bringt die *Neue Photographische Gesellschaft Berlin-Steglitz* in den Handel.

Negativpapiere, welche nicht genügend transparant sind, müssen, um brauchbare Bilder zu liefern, mit geeigneten Mitteln transparent gemacht werden.

Quénisset[98]) empfiehlt zu diesem Zwecke eine Lösung von 1 Teil Ricinusöl in 5 Teilen Alkohol oder von 1 Teil Kanadabalsam in 5 Teilen Terpentinöl.

Papiernegative werden besonders für die Zwecke des Gummidruckes, wenn es sich um grosse Bildformate handelt, empfohlen[99]).

Harbers erzeugt trocken abziehbare Films, indem er Barytpapier mit einer Zwischenschicht (kollodiumhältig) überzieht und darauf die Emulsion giesst.

Marandy liess sich ein Verfahren zur Herstellung abziehbarer Films patentieren, welches darin besteht, dass man die Gelatineemulsion auf mit Benzin-Damarharzlösung präpariertes Papier, welches mit einer Schichte in Alaun gehärteter Gelatine überzogen ist, aufträgt.

Bromsilberpapier wird in einer steigenden Menge verbraucht.

Das *Patent Junk* (D. R.-P. 83049) ist durch deutsches Reichsgerichtsurteil in letzter Instanz für nichtig erklärt worden. Durch dieses Urteil ist festgestellt, dass der Gebrauch von Stärke als Zusatz zu Bromsilberemulsionen bereits vor Anmeldung des *Junk*schen Patentes allgemein bekannt war, und dass das Patent zu Unrecht erteilt worden ist. Der Versuch, diesem Patent, welches ursprünglich nur die Herstellung von Malgründen mit gekochter Stärke für sich allein beanspruchte, die Auslegung zu geben, als ob auch der Gebrauch von roher Stärke zwecks Erzielung matter Schichten unter dem Patentschutz falle, hat somit keinen Erfolg für die Patentinhaber gehabt.

Matte Bromsilbergelatineschichten werden nach *Lumière* durch Zusätze von *Kieselguhr* (bis 40 g f. d. Liter) zur fertigen Emulsion erhalten. Solche Emulsionen eignen sich zur Herstellung von Bromsilbergelatinepapieren mit matter Schicht (wohl auch für Diapositive als Fensterschmuck).

Porzellanpapier. Unter dem Namen „Porzellanpapier“ bringt die Firma *Lumière* in Montplaisir bei Lyon ein neues Bromsilberpapier mit matter Oberfläche in den Handel, welches sich in vorzüglicher Weise für den Kontaktdruck eignet. Es gibt besonders schöne Weissen und satte Schwärzen.

Ausser Bromsilberpapier, welches in vorzüglicher Qualität von verschiedenen deutschen Firmen, wie z. B. von der *Neuen Photographischen Gesellschaft Berlin-Steglitz* erzeugt wird, gewinnt das *Chlor-* und *Chlorbromsilberentwicklungspapier* immer mehr an Boden. Solche Papiere mit überschüssigem löslichem Alkalichlorid präpariert geben in Form von gewaschener, eventuell auch ungewaschener Emulsion gute Kopierpapiere mit chemischer Entwicklung. Man nennt solche Papiere „Schnellkopierpapiere“ mit Entwicklung, da dieselben, obschon sie länger kopiert werden müssen als Bromsilbergelatine, kürzere Zeit als Auskopierpapiere ohne Entwicklung brauchen.

Hierher gehören das *Liesegang*sche *Pan-Papier*, ferner das von dem genannten in den Handel gebrachte *Tula-Papier*, das *Lenta-Papier* der *Neuen Photographischen Gesellschaft* in Berlin und das amerikanische *Velox-Papier*. Das Pan-Papier ist ein Chlorsilberpapier, die übrigen sind Chlorbromsilberemulsionspapiere.

Während das „Pan-Papier“ wärmere bräunliche bis rötelfarbige Töne gibt,[100]) erhält man mit den übrigen der genannten Kopierpapiere schwarze Töne.

Besonders vorteilhaft für Tula-Papier ist nach *Ferd. Niedag* ein Entwickler von 1000 ccm Wasser, 135 g krystallisierter Soda, 50 g krystallisiertes Natriumsulfat, 2 g Metol, 6 g Hydrochinon, 4 ccm Bromkaliumlösung (1:10). Der von *Liesegang* in der Handel gebrachte Permanententwickler hat diese Zusammensetzung. — Die Entwicklung geht in $^1/_2$ Minute vor sich. — Auch Amidolentwickler ist für Tula-Papier gut verwendbar.

Das *Lenta-Papier* ist dem amerikanischen Velox-Papier sehr ähnlich. Seine Empfindlichkeit ist ungefähr 60 mal geringer, als jene von Bromsilberpapier. Man kopiert bei zerstreutem Tageslicht 3—10 Sekunden oder brennt $2^1/_2$ bis 5 cm Magnesiumband in einer Entfernung von $^1/_2$ m vom Kopierrahmen ab. Entwickelt wird mit denselben Entwicklern

---

89) Phot. Chron. 1902, S. 168.
90) Photogr. Corr. 1902.
91) Photogr. Mitteil. Bd. **38**, S. 360.
92) Brit. Journ. of Photogr., Alman. 1902, S. 908.
93) Photogr. Rundsch. 1901, S. 147.
94) La Photographie 1902, S. 32.
95) Photogr. Koresp. 1901, Eders Jahrb. f. Photogr. f. 1902 S. 165.
96) Kl. 57b, No. 117300 D. R.-P.
97) Phot. Chron. 1901, S. 269.
98) Les Phototypes sur papier au gelatinebromure, Paris 1901.
99) Bull. Soc. française Photogr. 1900, S. 392.
100) Ueber die verschiedenen *Töne* des *Chlorsilbergelatineentwicklungspapiers*, welche von der Belichtungszeit und Konzentration des Entwicklers abhängig sind, macht *L. H. Liesegang* ausführliche Mitteilungen. (Phot. Rundschau 1901, S. 241.)



wie für Trockenplatten, jedoch mit viel Zusatz von Bromkalium, z. B. Rodinal, Eisenoxalat; besonders wird Edinol-Acetonentwickler mit Bromkaliumzusatz empfohlen.[101])

Velox-Papier oder andere Papiere von demselben Typus gestatten einen viel grösseren Spielraum in der Exposition als reine Bromsilberpapiere.

Unter den im Handel vorfindlichen Chlorsilberemulsionsauskopierpapieren erfreuen sich heute die als Ersatz für Platinpapier häufig verwendeten *Mattcelloidinpapiere* einer besonderen Beliebtheit. Es ist schwierig Emulsionen herzustellen, welche unter Benutzung einer kombinierten Gold-Platintonung tiefschwarzer Platindrucken ähnliche Bilder ergeben; meist werden Doppelfärbungen (gelbliche Ränder an jenen Stellen, wo Licht und Schatten aneinander grenzen) erhalten.

Gut geeignet sind nach *E. Valenta*[102]) zum genannten Zwecke Emulsionen mit Calciumchlorid und Silbernitratammoniak, welche einen grösseren Ueberschuss an Zitronensäure enthalten. Solche Papiere tonen auch in Boraxgoldtonbäder sehr leicht und geben gut abgestufte Kopien mit sehr klaren Weissen und genügenden Details in den Schatten, wenn die Dosierung richtig gewählt würde.

E. Valenta[103]) führte das Silberphosphat als lichtempfindliches Agens in den Emulsionsauskopierprozess ein. Zur Herstellung einer derartigen Silberphosphatemulsion wird zu Collodion Phosphorsäurelösung gesetzt, worauf man noch Zitronensäure in absolutem Alkohol gelöst, zugiebt. Dann wird Silbernitrat in Alkohol bei gelbem Lichte in kleinen Portionen zu diesem Collodion gesetzt. Dabei setzt sich die Phosphorsäure mit dem Silbernitrat um, und das entstehende Silberphosphat verteilt sich analog dem Chlorsilber in Chlorsilbercollodionemulsionen in dem Collodion und bildet eine gelbe Emulsion, welche ausserdem noch zitronensaures Silber enthält.

Das Giessen der Papiere mit dieser Emulsion geht ebenso leicht und gleichmässig vor sich, wie bei jeder guten Chlorsilbercollodionemulsion, und man erhält Kopierpapiere, welche je nach dem verwendeten Barytpapiere eine glänzende, glatte oder matte Oberfläche aufweisen.

[101]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902.
[102]) Photogr. Corresp. 1902.
[103]) Photogr. Corresp. 1900, S. 317.

Diese Papiere sind, gegenüber den besten Cellodinpapiersorten des Handels, von einer überraschenden Empfindlichkeit.

Das Siberphosphatcollodionpapier erfordert gut gedeckte, konstrastreiche Negative und muss kräftig kopiert werden. Die Kopien haben eine dunkelbraunschwarze Farbe und lassen sich nach dem Auswässern mit weichem Wasser in den gebräuchlichen Tonbädern leicht tonen.

Die getonten Kopien sehen den gewöhnlichen Celloidinpapierkopien vollkommen ähnlich, und man kann mit diesen Papieren ebenso gut sepiabraune, wie den Albumindrucken ähnliche, bis blauschwarze Töne erzielen.

Für *photokeramische Zwecke* bringt *Lüttke* und *Arndt* ein *abziehbares Celloidinpapier* in den Handel; die Bilder müssen, wenn sie das Einbrennen überstehen sollen, vor der Uebertragung auf Porzellan mit Platin- oder Paladiumsalzen getont werden, wozu ein Phosphorsäure- (5) Kaliumplatinchlorür- (1) Wasser- (1000) Tonbad dient[104]).

Ueber die *Verwendung des Caseïns zur Herstellung lichtempfindlicher silberhaltiger Schichten* schreibt *O. Buss*. Derselbe fand, dass das Caseïn in alkolischer Lösung aus dem Grunde ungeeignet sei als Bindemittel zu dienen, weil es mit Silbersalzen unlösliches Caseïnsilber liefert, welches von Fixiernatron angegriffen wird. Er empfiehlt fettfreies Caseïn in verdünnter Zitronensäurelösung unter gelindem Erwärmen aufzulösen, die Lösung auf Papier aufzutragen und das trockene Papier dann auf Kochsalz oder Salmiaklösung schwimmen zu lassen, wobei die Caseïnschichte unlöslich wird.

Das so präparierte trockene Papier wird gesilbert und kann dann wie jedes andere Silberkopierpapier behandelt werden.

Die Bilder zeichnen sich durch gute Wiedergabe der zarten Halbtöne aus[105]).

Unter der Bezeichnung *Fresson-Papier* kommt ein französisches Pigmentpapier für ein, dem *Artiqueprozess* analoges Kopierverfahren in den Handel.

Die Kopien auf diesem durch Baden mit Bichromatlösung zu sensibilierenden Papiere werden mit Wasser und feinem Sägemehl entwickelt und sehen den Gummidrucken ähnlich[106]).

(Schluss folgt).

[104]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 611.
[105]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 105ff.
[106]) Moll, Photogr. Not. 1902, S. 20ff.

Kleinere Mitteilungen.

Elektrisch zu betreibende Baby-Steinbohrmaschinen.

Unter dem Namen „Baby“ liefern *Raud* und *Ingersoll* in New York seit einigen Jahren neben anderen Stein-Bohrmaschinen eine solche Maschine, die in allen ihren Teilen den grösseren Stein-Bohrmaschinen völlig gleicht, in ihrem Gewichte aber nicht die Hälfte desjenigen der letzteren erreicht. Die Baby-Steinbohrmaschine hat in Amerika ganz allgemein berechtigte Anerkennung gefunden und wird dort in den westlichen Staaten beim Vortreiben von Firstenstrossen in schmalen Erzvorkommen und beim Vortreiben von Orten überhaupt wie beim Strossenabbauen sowie beim Absinken von Schächten vorzugsweise benutzt. Auch bei den Eisenerzgruben in Grängesberg (Schweden) hat man seit 1901 ein Paar derartige, elektrisch zu betreibende Bohrmaschinchen von jeder der beiden weiter oben genannten Firmen ausgeprobt und mit denselben höchst beachtenswerte Erfolge erzielt.

Die Hauptmasse dieser Babymaschinchen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Name der Fabrik	Cylinder-Durchmesser mm	Stosslänge mm	Ganze Länge der Maschine mm	Gewicht der Maschine kg	Vorschublänge überhaupt mm	Stosszahl bei 4 Atm. Druck
Raud	50	100	900	47	400	—
Ingersoll . . .	51	115	900	48	305	500

Während das Gewicht der gewöhnlichen grösseren Steinbohrmaschinen wenigstens 100 kg beträgt, wiegen die Babymaschinchen durchschnittlich nur etwa 45 kg und sind infolge dessen durch *einen* Mann zu bedienen. Sie sind aufstellbar sowohl auf einem Pfeiler, sowie auf einem Gestell, im ersteren Falle wiegen sie mit Klemmvorrichtung 43 kg ohne Beschwerung, im letzteren etwa 32 kg.

In Schweden waren solche Maschinen weiter seit Anfang des Jahres 1901 im Betriebe im westlichen Ormbergsfelde beim Strossenabbau und beim Vortreiben von Orten, im Exportfelde, ebenfalls beim Vortreiben von Orten und ausserdem beim Bohren von Löchern zum Sprengen. Die erreichten Ergebnisse bei diesen Ortsvortrieben, bei denen meist nur *ein* Mann zu ihrer Bedienung erforderlich war, sind nachfolgend gegenübergestellt:

Arbeitsstelle	Abgebohrte m	Bohrschichten Anzahl	Sprengstoff kg	Abgebohrt in der Schicht m	Kilogr.-Dynamit Bohrloch für den m	Querschnittsfläche der Orte qmm
Pickgrube . . .	8,2	31	57	0,265	6,95	3,75
Langgrube. . .	17,1	60	89	0,295	5,03	3,5
Malingsbobruch	30,0	101	204	0,297	6,60	4,5

Wenn man die mit Babymaschinen in der Schicht erzielten Leistungen beim Vortreiben von Orten mit den Ergebnissen der in gleichen Betrieben von gewöhnlichen grösseren Bohrmaschinen vergleicht, findet man, dass ein Grössenunterschied tatsächlich nicht besteht, dagegen erkennt man bei ihrer Benutzung die Möglichkeit einer Sprengstoffersparung.

In letzter Zeit werden im Malingsbobruche, zwei nahe bei einanderliegenden Orten, mit je 4,5 qm Querschnittsfläche, vorgetrieben, das eine mit einer *Raud*schen Babybohrmaschine, das andere mit einer 70 mm Bohrmaschine aus der gleichen Fabrik.

die erstere erreichte in der Schicht einen Vortrieb in Länge von 0,329 m, die letztere von 0,333 m, wobei in ersterer in der Schicht 7,09 kg, in letzterer dagegen 9,25 kg Dynamit verbraucht wurden. Zu gleicher Zeit wurde in der ersten Hälfte eines Monats in der Pickgrube mit einer gewöhnlichen Bohrmaschine und in der anderen Hälfte mit einer Babybohrmaschine ein Ort in jeder Schicht um 0,273 m vorgetrieben unter Verbrauch von 8,0 kg Dynamit bei der ersteren und von 6,3 kg bei der letzteren.

Da die Haltbarkeit der Babymaschinen gleich gut befriedigte, wie die der grösseren Maschine, so müssen auf Grund der erreichten Ergebnisse die Selbstkosten des Ortsvortriebs sich ganz erheblich billiger stellen, zumal der Kraftverbrauch der Babymaschine sich zu dem der grösseren wie 6,5 zu 12,0 verhält.

Im Erze stellen sich die Gedingkosten des Vortriebs eines Orts f. d. m auf 30,00 Kr. schwed. einschliesslich Kosten des Sprengmaterials sowie der Bohrschärfung und die gesamten Selbstkosten nach vorliegenden Berechnungen bei beiden Maschinen, wie folgt:

	70 mm Bohrmaschine	Babybohrmaschine
Arbeitslöhne, Sprengstoff und Bohrschärfen . . .	Kr. 45,00	Kr. 30,00
Reparaturen, Leitung, Oel u. s. w.	„ 13,38	„ 13,38
Kraft	„ 19,71	„ 10,75
Sa.	Kr. 78,09	Kr. 54,13

Beim Betriebe mit einer Babymaschine wird somit das gleiche Ergebnis mit nur *einem* Mann ungefähr um 25 bis 30 v. H. billiger erreicht.

Wie vorher erwähnt, werden mit diesen Maschinen auch vergleichende Versuche beim Bankabbau durchgeführt. In der Langgrube am westlichen Ormberge wurden im Jahre 1901 innerhalb 105 Schichten 786,0 m abgebohrt, wobei ein Junge den Transport der Bohrer zum Schärfen, das Einspritzen von Wasser u. a. m. besorgte; im Durchschnitte wurde nach vorhergegebenen Zahlen mithin in der Schicht 7,5 m mit durchschnittlich 1,93 m Bohrlochtiefe abgebohrt.

In der Pickgrube wurden im gleichen Jahre mit derselben Maschine während 5 Schichten 8,8 m pro Schicht Bankstrosse abgebohrt, während an derselben Stelle im gleichen Jahre mit der grösseren Maschine nur 6,83 m in der Schicht erzielt wurden. Indessen mag erwähnt werden, dass in der Bohrmaschine nur Bohrer von 35 mm mit 22 mm Schärfenlänge zur Verwendung kommen, in den gewöhnlichen grösseren dagegen solche von 45 bezw. 28 mm. Die grössere Leistung der kleinen Babymaschine mag darauf beruhen, dass das örtliche Versetzen der grösseren, schweren Maschine erheblich mehr Zeit in Anspruch nimmt, als das der leichten kleineren Babymaschine. Die letztere wurde auch zum Abbohren von Sprenglöchern in Firstenstrossen im Malinbsbobruche benutzt und lieferte auch dabei recht befriedigende Ergebnisse. An Nettobohrleistung der Babymaschine wurde im genannten Tagebau stündlich 1,64, in der Pickgrube 2,14 m Bohrlochtiefe erreicht, in der Bruttostunde 0,83 bezw. 1,25 m, die erstere bleibt somit in der tatsächlichen Bohrleitung etwas gegen die grössere Maschine zurück, aber infolge der Zeitersparung beim örtlichen Versetzen beim Strossenabbau wird doch mit ihr ein durchaus gleich gutes Ergebnis erreicht. Welcher wirtschaftliche Gewinn sich daraus ergiebt, selbst wenn ein Junge dabei mit beschäftigt und bezahlt werden muss, lässt sich wie folgt ermitteln:

Lohn f. d. Schicht und einen Mann	Kr. 4,26
„ „ „ „ „ Jungen	„ 1,75
Maschinist, Oel u. s. w.	„ 3,71
Kraft	„ 2,96
Sa.	Kr. 12,68

Bei einer Bohrleistung für die Schicht von 7,5 m stellen sich die Bohrkosten für den Meter auf Kr. 1,69 an Stelle von Kr. 2,36 bei den grösseren Maschinen, was einer Ersparung von 28,5 v. H. gleichkommt.

Beim Firstenabbau wurden in Schweden Babybohrmaschinen noch nicht erprobt, wohl aber sind in der Beziehung Leistungserfolge aus Colorado (Nordamerika) bekannt.

In der Portlandgrube im Cripple Creek-Distrikte, Colorado, hat man die grösseren Maschinen durch Babymaschinen ersetzt und damit vorzügliche Ergebnisse erzielt. Die Bohrlöcher werden daselbst 1,2 bis 1,8 m und im Durchschnitte in der Bruttostunde 1,5 m tief abgebohrt in sprungfreier, sehr harter Breccia.

(Jernkont. Annaler 1902, Heft 4 und 5.)

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

La Télégraphie sans Fil. *L'oeuvre de Marconi.* Traduit du Scientific American de New-York. Mit 88 Abbildungen im Text. Bruxelles Ramlot Frères et Soeurs. Preis geh. 2,50 fr.

Le Point Critique des Corps Purs par *E. Mathias* Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse. Mit 44 Abbildungen. Paris 1904. C. Naud. Preis geh. 7 fr.

La Grande Industrie Chimique Minérale Soude — Potasse — Chlore — Iode — Brome par *E. Sorel*, Ancien Ingénieur des Manufactures de l'État. Mit 127 Abbildungen. Paris 1904. C. Naud. Preis geh. 15 fr.

Beiträge zur allgemeinen Erfindungslehre. Von *Max Schütze*, Patentanwalt. Erstes Buch: Grundriss der reinen Erfindungslehre. Berlin 1904. Carl Heimann. Preis geh. 2 Mk.

Bücherschau.

Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Eisenbahnbetriebsbeamte und Studierende des Eisenbahnwesens von *E. Schubert*, Kgl. Preuss. Eisenbahndirektor in Berlin. Vierte umgearbeitete und erweiterte Auflage mit 449 Textabbildungen und 2 lithographierten Tafeln. Wiesbaden 1903 J. F. Bergmann.

Das Buch des bekannten Eisenbahnschriftstellers erschien zum ersten Mal im Jahre 1888 und hat seitdem in den folgenden Auflagen derartige Neubearbeitungen und Erweiterungen erfahren, sodass es stets auf der Höhe der Zeit geblieben ist, indem die durch die fortschreitende Entwicklung des Verkehrs und die erhöhte Fahrgeschwindigkeit notwendig gewordenen Sicherheitsvorrichtungen im Eisenbahnbetriebe gebührende Berücksichtigung fanden. Das Buch behandelt vorwiegend Einrichtungen auf den preussischen Staatseisenbahnen und ist folgedessen auch hauptsächlich für preussische Eisenbahnbeamten geschrieben, was schon daraus hervorgeht, dass die Unterhaltung und Einrichtung der elektrischen Telegraphen und Fernsprecheinrichtungen in die vorliegende Auflage neu aufgenommen ist, da diese Anlagen nunmehr seit Aufhebung der Telegraphischeninspektionen am 1. April vorigen Jahres der dienstlichen Tätigkeit der Bahnmeister zugefallen sind.

Das Buch ist reich mit meist guten und klaren Abbildungen ausgestattet, wodurch das Verständnis der manchmal sehr verwickelten Bauarten der Sicherungseinrichtungen ausserordentlich erleichtert wird. Ein glücklicher Gedanke ist die Einfügung von Bildstöcken, die nach Photographien hergestellt sind. Denen, die im Lesen von Konstruktionszeichnungen ungeübt sind, werden durch Vergleich der ihnen bekannt erscheinenden Photographieen mit den Schnittzeichnungen oder Prinzipdarstellungen der Grundgedanke der Konstruktion uud deren praktische Ausführung mustergültig zur Anschauung gebracht.

Was den Leserkreis — Eisenbahnbetriebsbeamte und Studierende — anbetrifft, so wird das Buch dieser Vereinigung in jeder Weise gerecht. Dem wenig theoretisch geschulten Beamten fehlt die Erklärung für das Wie und Warum der ihm anvertrauten Apparate: Hier findet er die Antwort. Dem Studierenden sind die Apparate in wirklichen Ausführungen nicht zugänglich — abgesehen von der Gelegenheit einiger, weniger Studienausflüge, — er lernt sie hier kennen.

Wir können uns nicht einverstanden erklären mit den häufigen Hinweisen auf genauere Abhandlungen in anderen Werken. Wenngleich der Studierende sich mühelos die angezogenen Zeitschriften zum weiterem Studium beschaffen kann, so steht es mit dem Eisenbahnbeamten doch anders und er wird im Buche eine Lücke empfinden, sobald er die Hinweise nicht benutzen kann.

Wir kommen nun zur Besprechung der einzelnen Abteilungen des Buches.

Der erste Abschnitt bringt in allzu populärer Darstellung die Grundzüge der Elektrizitätslehre. Es ist ein nicht zu unterschätzender Vorteil in demselben Buche die physikalischen Vorgänge in Apparaten erklärt zu finden, deren Betrieb und Unterhaltung in ihm beschrieben wird. Der Student wird die 26 Seiten überschlagen, dem Beamten ersparen sie die Anschaffung eines besonderen Handbuches über



Elektrizitätslehre. Den Abschnitt über Reibungselektrizität könnte man entbehren; hingegen sähen wir die andern über Galvanismus, Elektromagnetismus, Induktion u. s. w. gern ausführlicher. So z. B. wäre das *Krüger*element aufzunehmen. Auch einige grundlegende Formeln der Stromschaltungen, das *Ohm*sche und *Kirchhoff*sche Gesetz sind nicht zu schwierig für das Verständnis des Leserkreises, als dass sie nicht aufgenommen werden könnten: Der wichtige und einfache Zusammenhang von Stromstärke, Spannung und Widerstand kommt nirgends klar zum Ausdruck; die Stromverzweigung musste eingehend erläutert werden, da sie bei der Verwendung der sog. isolierten Schiene eine grosse Rolle spielt. Das Ergebnis von Parallel- und Hintereinanderschalten der galvanischen Elemente wäre im § 14 genauer zu erläutern. Dies sind nur einige Beispiele für die Verbesserungsfähigkeit des Abschnitts I.

Ebenso der Vervollständigung fähig sind die Abschnitte über den Telegraphen und den Fernsprecher.

Nachdem Leitung, Blitzableiter und andere Nebenapparate beschrieben sind, werden die ältesten Telegraphenapparate besprochen, die an dieser Stelle wohl entbehrt werden könnten. Auch die zum Abdruck gelangten Abbildungen könnten in der Folge durch gute Querschnittszeichnungen ersetzt werden.

Bei den Stromschaltungen vermissen wir genügende Klarheit: Zweck und Verwendung aller im Eisenbahnbetriebe gebräuchlichen Schaltungen wären systematisch zu behandeln.

Der Abschnitt V hat unseres Erachtens auch noch nicht die Gestalt erhalten, die er endgültig beibehalten könnte. Die Klappenschränke fehlen gänzlich, obwohl die im Eisenbahnbetriebe meist verwendeten Einfachumschalter dem Verständnis leicht zugänglich sind. Zwar sind sie kurz erwähnt, jedoch mussten sie dem Zweck des Buches entsprechend in der Genauigkeit der Darstellung der Blockwerke besprochen sein.

Vielleicht gelingt es dem Herrn Verfasser, für die Abschnitte des Schwachstroms — Telegraphie und Telephonie — einen geeigneten Mitarbeiter zu gewinnen, um auch diese Abschnitte in der Gründlichkeit zu bearbeiten, die dem Buch seit seinem Erscheinen durch die Reichhaltigkeit anderer Abschnitte die verdiente, weite Verbreitung und Anerkennung — nicht zum wenigsten in den Kreisen der Studierenden — eingetragen hat.

Die elektrischen Läutewerke sind genügend und ausreichend behandelt.

Ein reiches Studienmaterial findet sich in dem Abschnitt Blockwerke. Die in der Neuzeit an Bedeutung gewinnenden Blockwerke unter Mitwirkung des fahrenden Zuges und diejenigen in der vierfeldrigen, finden gebührende Beachtung. Sehr schätzbar für das tiefere Eindringen in das Verständnis des modernen Eisenbahnsicherungswesens ist der Abdruck der ministeriell festgelegten Grundzüge für die elektrischen Blockeinrichtungen.

Von den Radtastern haben die Durchbiegungstaster den Vorrang in der Darstellung erfahren, obwohl auch gute Bauarten bestehen, bei denen Berührungsschluss durch Niederdrücken eines Hebels unmittelbar durch das darüberrollende Rad selbst herbeigeführt wird. Um so wünschenswerter wäre die Aufnahme dieser, da sie bei den preussischen Staatsbahnen in Gebrauch sind.

Den Hauptteil des Werkes bilden die Signal- und Weichenstellwerke, ein Gebiet, das der Verfasser in dankenswerter Gründlichkeit bearbeitet hat. Zunächst die Signalstellwerke als solche. Dann wird ihre Verbindung mit der Weiche und die Einrichtung der für das gesamte Stellwerkswesen so wichtigen Verschlusstafel an einem einfachen Beispiel erläutert, dem mehrere Verschlusstafeln einfacherer Bahnhofsanlagen folgen. Die konstruktiven Ausführungen der Signalstellwerke werden zunächst im Grundgedanken, dann in der Bauart namhafter Firmen dargestellt. Von dem nun folgenden reichhaltigen Inhalt erwähnen wir nur die Vereinigung des Signalstellbockes mit der elektrischen Blockung, die Leitungen und Spannwerke, Weichenverriegelungen in zahlreichen Bauarten, Signalmaste und Vorsignale mit zugehörigen Antriebsvorrichtungen und die im Sicherungswesen so wichtige Einrichtung, welche es dem fahrenden Zuge nach Vorbeifahrt am „freie Fahrt“ zeigenden Signal gestattet, dieses selbsttätig auf „Halt“ zurückzustellen, wodurch sich der Zug ohne Mithilfe eines Beamten selbst deckt.

Nach kurzer Darstellung der Weichenstellwerke wird der Leser mit den vereinigten Signal- und Weichenstellwerken bewährter Bauarten in Verbindung mit der elektrischen Blockung bekannt gemacht, jener Vorrichtung, der wir hauptsächlich die Betriebssicherheit auf den Eisenbahnen verdanken, deren Anforderungen der Neuzeit übersichtlich zusammengestellt sind.

In diesem Abschnitt bietet ferner besonderes Interesse die Vorrichtung, die Fahrstrasse so lange festzuhalten, bis die zu ihr gehörige, letzte Weiche vom Zuge ganz durchfahren ist.

Es folgt nun die Stelleinrichtung der Weichen selbst.

Mannigfache Bauarten der Weichenspitzenverschlüsse finden ihre Beschreibung; alle Konstruktionen haben ihre Feuerprobe in der Praxis bestanden. Hierher gehören auch die Weichen-Handverschlüsse für wenig gebrauchte, weit vom Stellwerk aus liegende, nicht von diesem verstellbare Weichen.

Ferner sind beschrieben die im Betriebe wenig beliebten Druck- und Sperrschienen, die das Umstellen einer Weiche unter dem darüberstehenden Fahrzeug verhindern sollen. Gleichen Zweck erfüllen die Zeitverschlüsse die vom Rade des Fahrzeuges in der Weise betätigt werden, dass die dadurch eingetretene Sperrung des Weichenhebels erst nach einiger Zeit unter Vermittlung einer hydraulischen Bremse wieder aufgehoben wird.

Daran schliesst sich ein für die Aufgaben der Praxis sehr wichtiges Gebiet, die Darstellung der Stellwerkspläne nach den ministeriellen Bestimmungen, durchgeführt an einigen grösseren Bahnhofsanlagen.

Recht zweckmässig erscheint der Abdruck der technischen Bedingungen über Lieferung und Aufstellung von Stellwerken, wie sie von der preussischen Staatseisenbahnverwaltung erlassen sind. Mit dem Bau, der Unterhaltung und Bedienung der Stellwerke beschäftigt sich der folgende Abschnitt, an den sich eine sehr reichliche Auswahl von Preisangaben über Stellwerksanlagen anreiht, die beim Entwerfen und Veranschlagen von Neu- und Erweiterungsanlagen gute Dienste leisten wird.

Den Schluss des Buches bildet die eingehende Beschreibung des elektrischen Stellwerks, Bauart *Siemens & Halske*.

In unserm heutigen Zeitalter des Verkehrs, in dem das Eisenbahnwesen, besonders das Sicherungswesen in weitesten Kreisen Beachtung bereits gefunden hat, wird auch mancher Nichtfachmann das leicht verständliche Buch mit Interesse zur Hand nehmen. Namentlich ist das Studium des Buches juristischen Personen, die häufig in Gerichtsverhandlungen aus Anlass von Eisenbahnunfällen mit dem Eisenbahnwesen in Berührung kommen, zu empfehlen. um eine klare Vorstellung über den Betrieb in Stellwerken zu gewinnen. um unter Berücksichtigung aller wichtigen Umstände, wie Bauart, Bedienung und Betrieb des Stellwerks in voller Sachkenntnis vorgehen zu können bei der Beurteilung des Schuldig oder Nichtschuldig.

Wir halten es nicht mehr für nötig, dem Buche eine weitere Empfehluug als unsre eingehende Besprechung mit auf den Weg zu geben.

Strassburg i. E. *Hans A. Martens.*

Die Betriebsmittel der elektrischen Eisenbahnen. Von *E. C. Zehme* Wiesbaden 1903. C. W. Kreidel.

Vor allem Andern und ohne Umschweife darf die Bemerkung vorausgeschickt werden, dass dieses *Zehme*sche Buch nach Inhalt und Ausstattung den vornehmsten und bedeutendsten Erscheinungen der elektrotechnischen und eisenbahntechnischen Litteratur beizuzählen ist. Der vorliegende erste Band behandelt die bauliche Ausgestaltung der Triebwagen und Lokomotiven, sowie die elektrischen Einrichtungen der Fahrzeuge, nämlich Motoren, Triebwerke, Regelung und Anlassen der Motoren, Schaltvorrichtungen, Leitungen und Speicher. Bei der Bearbeitung dieses Stoffes ist sowohl dem Standpunkte des Maschinenbauers als jenem des Elektrotechnikers und Eisenbahningenieurs vollste Rechnung getragen. Vorzüglich unterrichtend sind auch 315 in den Text gedruckte Abbildungen und 66 lithographische Tafeln, die durch reichliche Angaben der Abmessungen aussergewöhnlich wertvoll werden. Die Ausdrucksweise des Verfassers ist eigentümlich knapp und zusammenfassend, so dass sie ihn in Stand setzt, auf verhältnismässig engem Raum staunenswerte Stoffmengen der Erledigung zuzuführen.

Der zweite Band wird die Linienführung, den Oberbau, die Stromzuführungen und schliesslich die Signal- und Sicherungsvorrichtungen umfassen, während der dritte Band den Stromerzeugungs-, Bahnhofs- und Werkstättenanlagen, und endlich ein vierter Band den einschlägigen Vorarbeiten, der Unterhaltung, dem Betriebe und den bezüglichen Kostenberechnungen gewidmet sein soll.

Weiteres über dieses fachwissenschaftliche Prachtwerk anzuführen oder in Einzelheiten einzugehen, können wir wahrhaftig für überflüssig erachten, da das Buch, mindestens im ersten Teile, auch nicht die leiseste Handhabe für Ausstellungen darbietet oder irgendwie Wünsche offen lässt und es, damit seine Vorzüge sich offenbaren und davon Nutzen gezogen werden könne, eben selbst gelesen und studiert werden muss. *L. K.*

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.
84. Jahrg., Bd. 318, Heft 48. Berlin, 28. November 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. Abonnementspreis vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Aluminothermie.

Von Dr. **Hans Goldschmidt**, Essen-Ruhr.

(Schluss von S. 740 d. Bd.).

Eine weitere Anwendung hat das Thermit bei den elektrischen Vollbahnen gefunden zur Verbindung der Stromleitungsschiene der sog. dritten Schiene. Der Kupferverbinder löst auch hier bekanntlich seine Aufgabe schlecht, da eine gute Verbindung mit demselben auf die Dauer nicht gewährleistet wird; der Uebergangswiderstand wächst mit der Zeit und verlangt dann häufige und kostspielige Reparaturen. Einfacher, zuverlässiger und zudem erheblich billiger ist eine Verschweissung der Schiene, die gegebenenfalls auch nur eine teilweise zu sein braucht. Bei der Vorortbahn von Berlin nach Grosslichterfelde ist seitens der *Union E. G. Berlin* zur Zeit eine derartige Schweissung auf einer Schienenstrecke von etwa 22 Kilometern ausgeführt worden; es ist lediglich mit Hilfe eines kleinen Buckels von aufgeschweisstem Thermiteisen eine elektrische Verbindung von je 3 Schienenlängen (45 m) hergestellt worden. Eine gewöhnliche Lasche verstärkt die mechanische Verbindung der Schienen (Fig. 6).

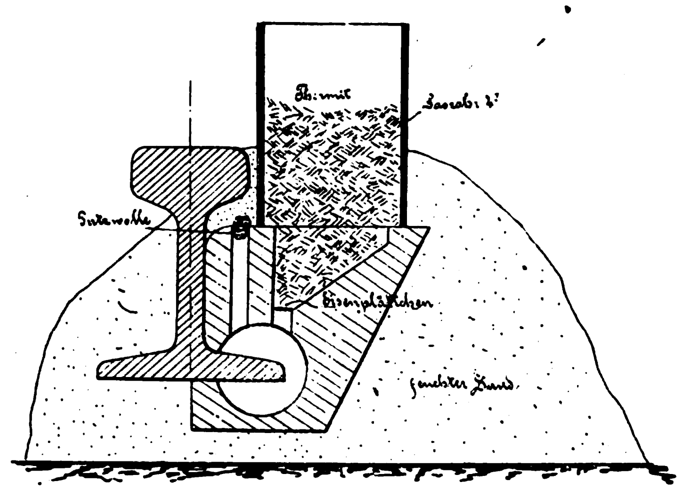


Fig. 6.
Verschweissung einer Stromleitungsschiene (dritten Schiene) mittels Thermit. Die Abbildung zeigt einen Schnitt durch die zweiteilige Form. Da nur einige Pfund Thermit hierfür zur Verwendung gelangen, so ist ein besonderer Tiegel bei dieser Ausführung entbehrlich. Das Thermit wird in einen auf die Form gesetzten Rohrabschnitt geschüttet und das Thermiteisen fliesst nach Durchschmelzen des kleinen Eisenplättchens in die Höhlung, so die Schienenenden am Fuss zusammenschmelzend.

Sehr bedeutend ist neuerlich auch die Anwendung des Thermits für die Reparatur von gebrochenen Schiffssteven (besonders Stevenbrüchen) geworden. Grade Stevenbrüche sind leider keine grosse Seltenheit in der Marine. Die zumeist notwendige Auswechslung der gebrochenen Teile erfordert nicht nur erhebliche Kosten, sondern, was noch mehr ins Gewicht fällt, Opfer an Zeit, während das Schiff unbenutzt, aber „zinsfressend", im Dock liegt. Mit Hilfe einer Thermit-Reparatur kann die häufig zur Auswechslung nötige Zeit von Monaten auf einige Tage, ja unter Umständen auf noch kürzere Zeit herabgedrückt werden. Die Reparatur, die manchmal zehntausende von Mark verschlingt, kann mit einigen hundert Mark vorgenommen werden und zwar von den Werftarbeitern selbst, da das Arbeiten mit Thermit sehr einfach und schnell zu erlernen ist (Fig. 7 u. 8).

Selbst grosse Reparaturen, bei denen einige hundert Kilo Thermit mit einemmal angezündet werden, sind einfach auszuführen. Die Hauptsache ist, eine richtig dimensionierte Form anzubringen (Fig. 9), die aber nach gegebenen Vorbildern leicht anzufertigen ist, wie beispielsweise durch sehr wohl gelungene Schweissungen verschiedener Steven in Holland bewiesen ist, die an Ort und Stelle nur nach kurzer brieflicher Anleitung erfolgreich ausgeführt worden sind.

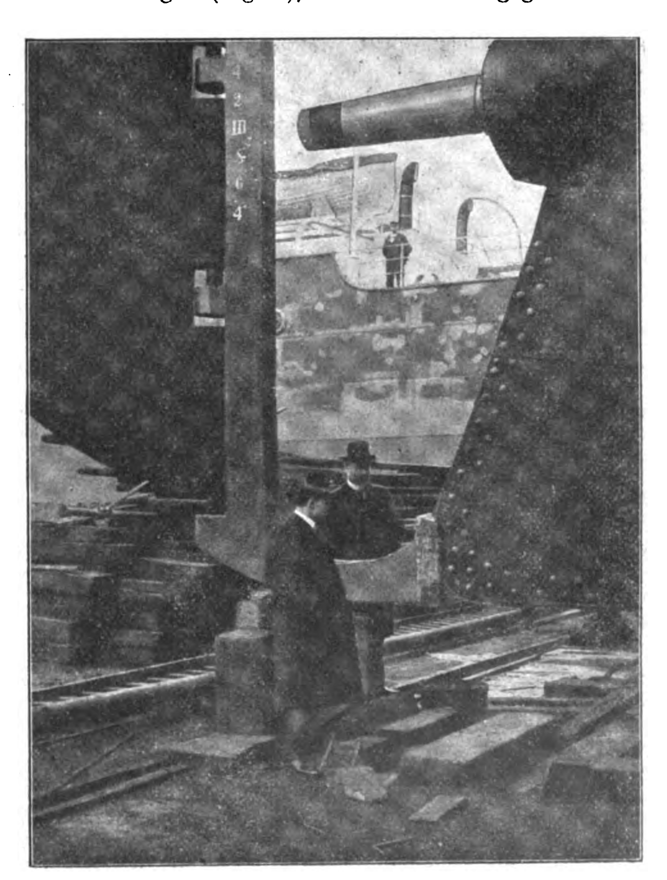


Fig. 7.
Gebrochener Hintersteven des Dampfers „Sevilla", mit Hilfe von 300 kg Thermit repariert.

Erwähnung mag auch die bekannte Aneinanderschweissung von schmiedeeisernen Rohren mit Hilfe von Thermit finden. Es sind schätzungsweise bisher 30—40000 solcher Rohrschweissungen ausgeführt. Diese Thermitschweissung stellt sich billiger als eine gute Flanschenverbindung und kann auch an sehr schwer zugänglicher Stelle ausgeführt werden. Die Anwendung findet besonderen Vorteil bei Rohrleitungen, die unter hohem Drucke stehen, oder für den Transport von Flüssigkeiten dienen, die fast jedes Verpackungsmaterial angreifen, also Alkalien, Petroleum usw.

In diesen Fällen wird eine reine Stumpfverschweissung der Rohrenden erzielt und wird um diese zu dem Zwecke eine kleine Blechform gelegt, die von aussen mit Sand abgestützt wird (Fig. 10). Aus einem Tiegel wird das feuerflüssige Thermit ausgegossen; der Corund fliesst in diesem Falle zuerst aus und hat die Eigenart, das Rohr sofort mit einer dünnen, etwa 1 mm starken Schicht von Corund fest zu umschliessen, sodass das nachfliessende Thermiteisen das Rohr direkt nicht berühren und es somit nicht durchschmelzen kann. Es ist eine Tabelle ausgearbeitet, aus der für jede Rohrstärke bis zu etwa 6 Zoll die Grösse der kleinen Form, Abstand derselben vom Rohr, Menge des anzuwendenden Thermits usw. sofort zu ersehen ist. Diese Tabelle 1 befindet sich auf S. 755.



Fig. 8. Gebrochener Hintersteven des Dampfers „Sevilla", mit 200 kg. Thermit verschweisst.

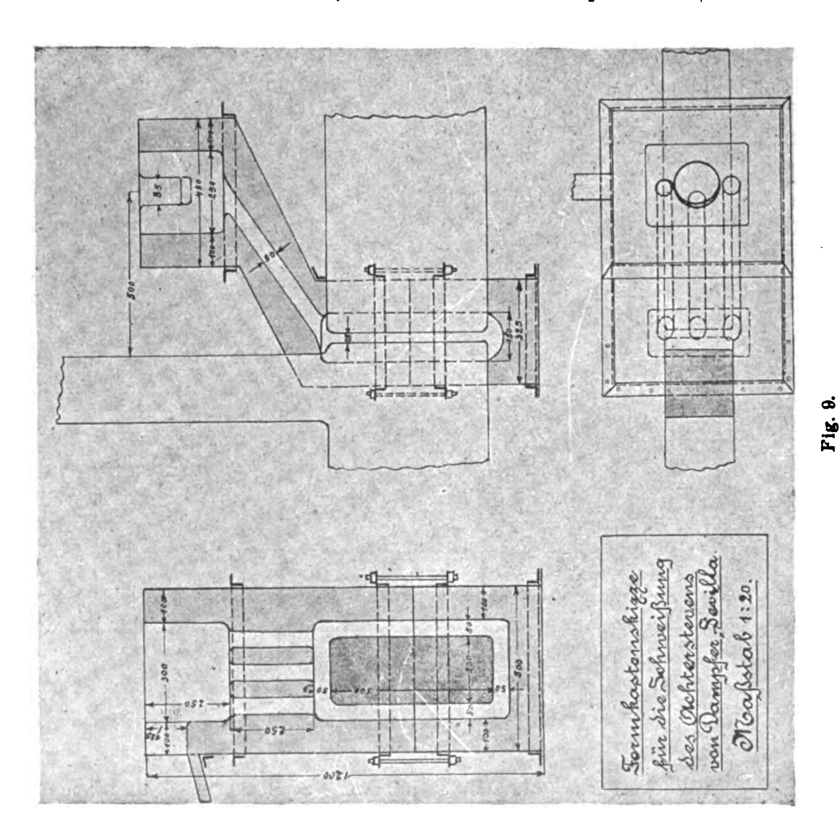


Fig. 9.

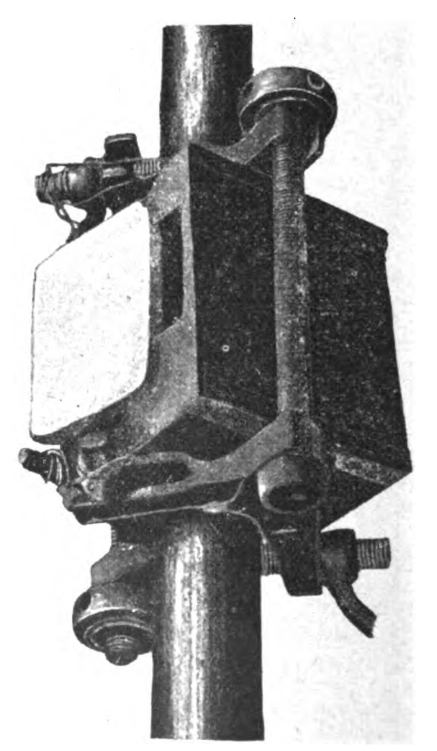


Fig. 10. Horizontal liegende Rohre zum Eingiessen fertig vorbereitet, mit Schutzplatte.

Tabelle 1. **Rohrschweiss-Tabelle.**

Innerer Durchmesser in Zoll	Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in mm	Länge l der Form (Fig. 1) in mm für wagerecht zu verschweissende Rohre. Schnitt, Fig. 1. oder Höhe h der Form (Fig. 2) in mm für senkrecht zu verschweissende Rohre. Schnitt, Fig. 2.	Länge L des aufgerollten Formmantels in mm bei einer Verschweissung der Rohre in wagerechter Lage (siehe Rubrik 4, Fig. 1). Fig. 3.	Länge L_1 in mm einer Hälfte des aufgerollten, zweiteiligen Formmantels mit je 1 cm Uebergriff für senkrecht zu verschweissende Rohre. (Siehe Rubrik 4, Fig. 2.) Fig. 4.	Abstand a der Form vom Rohr (Fig. 5 u. 6) in mm. Bemerkung. Bei senkrecht zu verschweissenden Rohren ist der Abstand des Formbodens von der Schweissstelle um 1/10 der ganzen Formlänge geringer wie über der Schweissstelle zu nehmen. Fig. 5 wagerecht. Fig. 6 senkrecht.	Thermit „Rot" in kg	Stauchung nach n Minuten nach vollendetem Einguss	Grösse der Spezialtiegel nach No.	Nummer der von der Firma Th. G. zu beziehenden Formen
engl. "	mm	mm	l und h	L	L_1	a	kg	n	No.	No.
3/4	19	2	45	115	68	7	0,20	1/2	No. 1	1
		3	65	140	80	10	0,31	1/2		2
		4	75	150	85	10	0,45	3/4		3
1	26	2	50	140	80	7	0,25	1/2		4
		2,5	50	150	90	8	0,28	1/2		5
		3	70	160	94	10	0,40	1/2		6
		4	80	170	96	10	0,50	3/4		7
		5	80	190	105	12	0,68	3/4		8
		6	80	210	115	14	0,84	1 1/4		9
1 1/4	32	2	55	160	90	7	0,28	1/2		10
		2,5	55	170	95	8	0,35	1/2		11
		3	75	180	105	10	0,50	1/2		12
		4	85	190	105	10	0,65	1		13
		5	90	210	115	12	0,90	1		14
		6	90	230	125	14	1,10	1 1/4		15
1 1/2	38	2	60	175	100	7	0,35	1/2		16
		2,5	60	185	105	8	0,42	1/2		17
		3	80	200	110	10	0,63	1/2		18
		4	90	210	115	10	0,72	1		19
		5	95	225	125	12	1,00	1 1/4		20
		6	100	245	135	14	1,30	1 1/4		21
1 3/4	44	2,5	65	205	120	8	0,50	1/2		22
		3	85	220	120	10	0,80	3/4		23
		4	95	230	125	10	0,90	1 1/4		24
		5	100	245	135	12	1,20	1 1/4		25
		6	110	265	145	14	1,70	1 1/4	No. 2	26
		7	115	280	155	16	2,00	1 3/4		27
		8	120	295	160	17	2,40	1 3/4		28

In gleicher Weise kann auch in speziellen Fällen eine Stumpfschweissung von massiven Stäben vorgenommen werden. Die hierzu nötigen Angaben finden sich in Tabelle 2.

Tabelle 2. **Tabelle für Stumpfschweissungen.**

Quadratstäbe					Rundstäbe						
Querschnitt in qcm	Kilo Termit f. d. qcm	Länge[1] der Form in cm	Abstand[2] d. Form in cm (s. Fig. 5 der Tabelle 1)	Stauchung nach Minuten	Durchmesser in Zoll	Durchmesser in mm	Querschnitt in qcm	Länge der Form in cm	Abstand der Form in cm	Kilo Thermit	Stauchung nach Minuten
bis 10	0,200	7	1,8	2	1"	25	5	12	1,5	1	ca. 2
von 10 – 20	0,250	bis 14	2,5	4	1 1/4	32	8	13	1,7	1,6	3
„ 20–30	0,260	„ 20	2,6	5–8	1 1/2	40	12	14	2,5	3	4
„ 30–40	0,270	„ 22	2,7	8–10	2"	50	19	16	2,9	5	5
„ 40–50	0,280	„ 24	2,8	12	2 1/2	66	34	20	3,3	9	7
„ 50–60	0,290	„ 26	3,0	14	3"	78	47	23	3,6	13	8–10
„ 60–70	0,300	„ 28	3,2	16	3 1/2	90	63	27	4	19	10
„ 70–80	0,310	„ 30	3,4	18	4"	104	84	33	4,2	27	15
„ 80–90	0,320	„ 32	3,6	19	4 1/2	116	104	38	4,2	34	15–20
„ 90–100	0,330	„ 35	3,8	20	5"	130	127	44	4,5	46	20–25

[1]) Zwischenwerte sind zu berechnen.

[2]) Bei *Flacheisen* vermindert sich der Abstand der Form von den zu verschweissenden Stäben an den Längsseiten derart, dass der Fassungsraum der Form demjenigen eines Quadratstabes von gleichem Querschnitt entspricht.

Tabelle 1 (Fortsetzung).

2	51	2,5	70	225	125	8	0,66	1/2	No. 1	29
		3	90	240	132	10	0,90	3/4		30
		4	100	250	135	10	1,10	1 1/4		31
		5	110	270	145	12	1,44	1 1/2	No. 2	32
		6	120	280	155	14	1,95	1 1/2		33
		7	120	300	165	16	2,50	1 3/4		34
		8	130	315	170	17	3,00	1 3/4	No. 3	35
2 1/2	63	3	100	275	150	10	1,30	1	No. 2	36
		4	120	285	155	10	1,60	1 1/4		37
		5	120	300	165	12	1,85	1 1/2		38
		6	130	320	175	14	2,45	1 1/2		39
		7	130	340	185	16	3,00	1 3/4	No. 3	40
		8	140	355	195	17	3,50	1 3/4		41
3	76	3	110	320	172	10	1,70	1	No. 2	42
		4	130	325	175	10	2,00	1 1/4		43
		5	130	345	185	12	2,50	1 1/2		44
		6	140	360	195	14	3,00	1 3/4	No. 3	45
		7	140	380	205	16	3,80	1 3/4		46
		8	150	395	210	17	4,20	2		47
3 1/2	89	3	120	360	195	10	2,00	1	No. 2	48
		4	140	365	198	10	2,40	1 1/2		49
		5	140	385	205	12	3,00	1 3/4	No. 3	50
		6	150	405	215	14	3,80	1 3/4		51
		7	150	425	225	16	4,50	1 3/4		52
		8	160	435	230	17	5,10	2		53
4	102	3	130	400	215	10	2,60	1 1/4	No. 2	54
		4	150	405	218	10	2,90	1 1/2	No. 3	55
		5	155	425	226	12	3,60	1 3/4		56
		6	160	445	235	14	4,40	1 3/4		57
		7	160	465	245	16	5,30	2	No. 4	58
		8	170	475	252	17	5,50	2		59
4 1/2	114	3	140	460	232	10	3,20	1 1/4	No. 3	60
		4	160	470	238	10	3,60	1 3/4		61
		5	170	480	245	12	4,60	1 3/4		62
		6	170	500	255	14	5,50	2	No. 4	63
		7	170	520	265	16	6,50	2		64
		8	175	530	272	17	7,00	2		65
5	127	3	145	510	260	12	4,20	1 1/4	No. 3	66
		4	170	520	265	12	5,00	1 3/4		67
		5	175	540	275	14	6,00	1 3/4	No. 4	68
		6	180	560	285	16	7,00	2		69
		7	180	580	295	18	8,00	2 1/4		70
		8	180	590	300	19	8,60	2 1/4		71
5 1/2	140	3	155	550	280	12	5,00	1 1/2	No. 3	72
		4	180	560	285	12	5,60	1 3/4	No. 4	73
		5	180	580	295	14	6,60	1 3/4		74
		6	190	600	305	16	8,00	2		75
		7	190	620	315	18	9,00	2 1/4		76
		8	190	630	320	19	9,20	2 1/4		77
6	152	3	165	590	300	12	5,60	1 1/2		78
		4	190	600	305	12	6,20	1 3/4		79
		5	190	620	315	14	7,50	1 3/4		80
		6	200	640	325	16	9,00	2 1/4		81
		7	200	660	335	18	10,20	2 1/4		82
		8	200	670	340	19	11,00	2 1/4		83
6 1/2	165	5	200	670	340	16	9,50	2		84

Als besonders bemerkenswert ist hervorzuheben, dass die aluminothermischen Stumpfschweissungen hervorragend gut ausfallen. Es ist bereits oben mitgeteilt, dass selbst hartes Schienenmaterial sich gut verschweisst. In Tabelle 3 befinden sich die Resultate von drei stumpf mit Hilfe von Thermit verschweissten $1^1/_2$zölligen Vierkantstäben, aus etwas weicherem Material von Martinflusseisen. Der Bruch erfolgte in allen Fällen mit normaler Einschnürung ausserhalb der Schweisszone.

Tabelle 3.

40 mm ☐ Stab	Analysen				Bruch-grenze kg/qmm	Dehnung in Proz. bezog. auf 200 mm urspr. Länge
	C	*Si*	*Mn*	*S*		
I	0,10	0,05	0,27	0,06	44	20,5
II	0,11	0,04	0,37	0,06	41,7	20,5
III	0,08	0,03	0,33	0,07	44,4	22

In den meisten Fällen, in denen eine Verschweissung etwa gebrochener Stäbe oder Wellen mit Hilfe von Thermit vorgenommen werden soll, wird man sich nicht der reinen Stumpfschweissung bedienen, sondern des sogenannten automatischen Verfahrens, wie es bei der Schienenschweissung angewendet wird (Fig. 11).

Aus Tabelle 4 sind die nötigen Zahlen für die Grösse der Form (die auch aus 80 Teilen Sand mit 20 v. H. Caolin angefertigt werden kann oder aus Sand und Lehm zu gleichen Teilen) zu entnehmen; ferner ist das betreffende Thermitquantum angegeben.

Tabelle 4.

Umgüsse für zu verschweissende Wellen.

Durchmesser der Welle mm	Formlänge mm	Dicke des Umgusses mm	Anzuwendendes Thermit kg
40	100	15	6,500
50		18	8,750
60		19	10,000
70		21	12,500
75		22	14,750
80		25	17,250
100		32	24,750
110		35	30,750
160		50	65,250
200		50	74,000
225		50	86,250— 92,250
250		50	88,500— 96,000
300		50	103,500—121,000



Statt des einfachen Umgusses um Wellenlängen oder an Wellen die gerissen sind, lässt sich in vielen Fällen auch der sogenannte Zwischen- und Umguss anwenden. Hierbei werden die Wellenenden mit einem Zwischenraum von 10—20 mm fest-

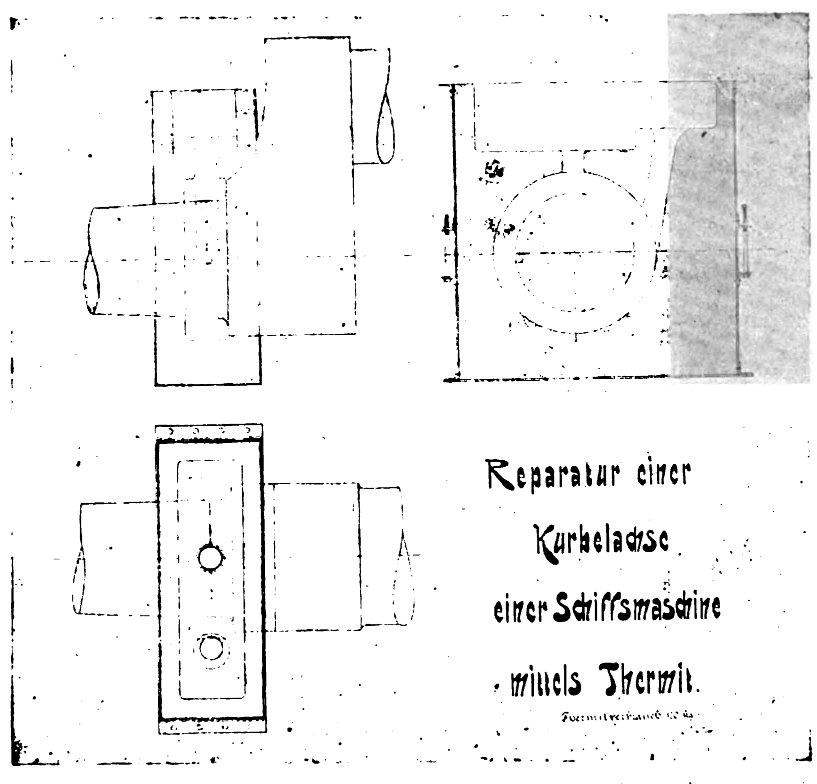


Fig. 11.

gelegt und hierauf eine entsprechende Form angebracht. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Verbindung eine innigere wird, da durch das durchströmende Thermiteisen ein Teil der Wellenenden aufgelöst wird und dadurch die Enden mit dem Zwischenguss verschmelzen (Fig. 12). In dem Falle braucht der Thermiteisenring nicht 100 mm lang zu sein; es genügt dann eine Länge von 50—60 mm gemäss Tabelle 5.

Tabelle 5.

Zwischen- und Umguss für zu verschweissende Wellen.

Durchmesser der Welle mm	Zwischenraum zwischen den Wellenenden mm	Formlänge mm	Dicke des Umgusses mm	Anzuwendendes Thermit kg
40	10	50	15	5,000
50	10	50	18	5,500
60	10	50	19	7,250
70	10	50	21	8,000
75	10	50	22	9,250
80	10	50	25	10,500
100	15	50	25	15,000
110	15	50	25	18,500
160	15	50	25	27,000
200	20	60	30	36,000
225	20	60	30	46,000
250	20	60	30	60,000
300	20	60	35	85,000

Des vorbeschriebenen Zwischen- und Umgussverfahrens bedient man sich auch zum Verschweissen von Gusseisenteilen beliebigen Querschnittes (s. Fig. 13a u. 13b).

Die dritte eingangs erwähnte Anwendungsart der Aluminothermie kommt ganz besonders für Eisen- und Stahlgüsse in Betracht. Die Ausarbeitung dieses Gebietes stammt von meinem Mitarbeiter, Herrn Oberingenieur *Mathesius*.

Nach dem diesem Verfahren eigentümlichen Prinzipe wird das Thermit unter der Oberfläche des Metallbades zur Reaktion gebracht, an einer Stelle innerhalb des Bades selbst demnach eine hohe Temperatur erzeugt und das Thermiteisen im Augenblicke des Entstehens zugeführt. Zu diesem Zwecke wird das Thermit in eine Blechbüchse gefüllt, welche an einer Eisenstange befestigt ist; mit deren Hilfe wird die Büchse in das flüssige Metall untergetaucht gehalten. Aus den hier gegebenen Abbildungen ist näheres zu erkennen (Fig. 14).

In erster Linie wird diese Reaktion in Pfannen mit geschmolzenem Gusseisen ausgeführt. In diesen Fällen wird nicht gewöhnliches Thermit verwendet, sondern ein solches, welches eine Legierung von Eisen mit Titan ausscheidet, sodass in das Gusseisen etwas Titan in statu nascendi eingeführt wird. Der Verfasser hat dieses Titanthermit (besser gesagt Ferrotitanthermit) früher direkt auf die Oberfläche des flüssigen Gusseisens gebracht; es gibt dies auch gute Ergebnisse, aber diese neue Anwendung, es unter die Badoberfläche zu bringen, ist zuverlässiger und auch ökonomischer, weil man mit geringeren Mengen auskommt. Dass das Thermit wirklich derartig abbrennt, ohne dass unverbrannte Teilchen an die Oberfläche kommen, findet dadurch seine Erklärung, dass die Schlacke, die sich während der Reaktion bildet, die noch unverbrannten Teilchen einhüllt und so am Eisenstab gewissermassen anklebt. Die Blechbüchse selbst wird fast unmittelbar aufgelöst und dient lediglich als Mittel das Thermit, bevor es zur Reaktion im Metallbad kommt, zusammenzuhalten; darnach ist es die einhüllende, während des Abbrennens sich ständig verringernde Schlackenhülle selbst, welche den Zusammenhang vermittelt. Die Reaktion im Gusseisenbade dauert nur 1—2 Minuten und bewirkt eine vollständige Durchwühlung des ganzen Bades. Hierdurch wird eine Art Polung des Gusseisens herbeigeführt, Gase und Schlackenteile werden in die Höhe getrieben, sodass das Eisen dünnflüssiger wird und somit höher erhitzt erscheint. Die tatsächliche Wärmezunahme ist natürlich nur gering, da je

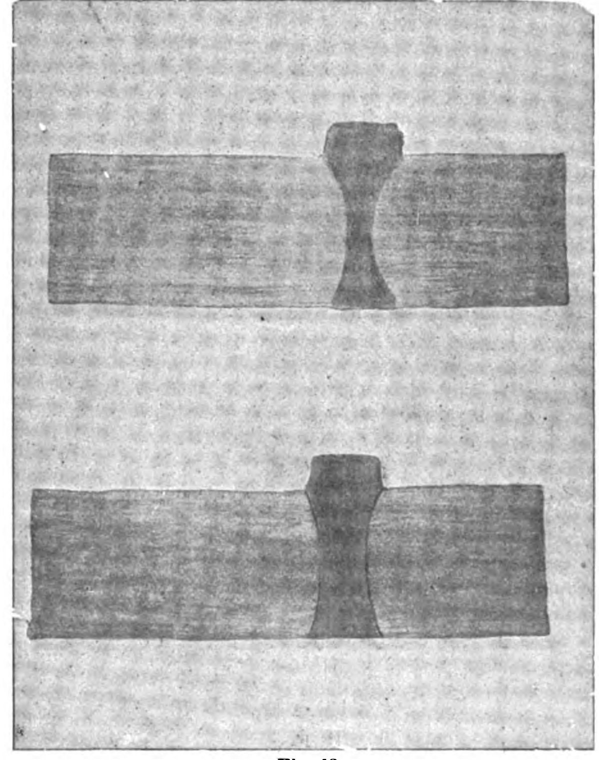


Fig. 12.
Längsschnitte (stark angeätzt) durch 2 aluminothermisch verschweisste Quadratstäbe von 140 mm Stärke (Zwischengussverfahren). Derartig zusammengeschweisste Quadratstäbe dieser Grösse dienten z. B. zur Anfertigung einer grossen Schiebebühne, die seitens der Kgl. Sächsischen Regierung für den Bahnhof Chemnitz in Auftrag gegeben wurde.

nach der Grösse der Pfanne von 200 Kilo bis zu mehreren tausend Kilo Gewicht nur $^1/_4$ bis $^1/_{16}$ v. H. Titanthermit angewendet wird. Das Einführen von Titan geschieht des-

wegen, um geringe Mengen Stickstoff zu binden, wobei sich die bekannten kleinen, roten Kristalle von Cyantitan bilden; auch scheint ein geringer Zusatz von Titan zum Gusseisen — nach den bisher vorliegenden Ergebnissen — die Zähigkeit desselben zu erhöhen und ein feineres Korn hervorzubringen.

Das Verfahren ist seitens einer Reihe von Giessereien mit bestem Erfolge probiert worden und findet besondere Verwendung in Fabriken, in denen auf *porenfreien* Guss besonders geachtet werden muss, also in solchen, wo Maschinenguss aller Art hergestellt wird.

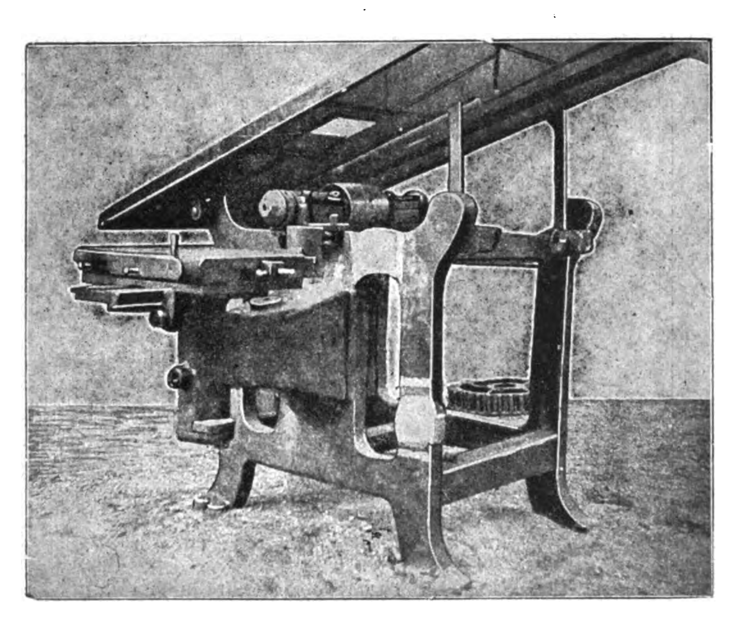


Fig. 13a.
Abgebrochener Teil eines Ständers aus Gusseisen (Holzbearbeitungsmaschine) mit Thermit an 2 Stellen angeschweisst (Johannesburg, Südafrika).

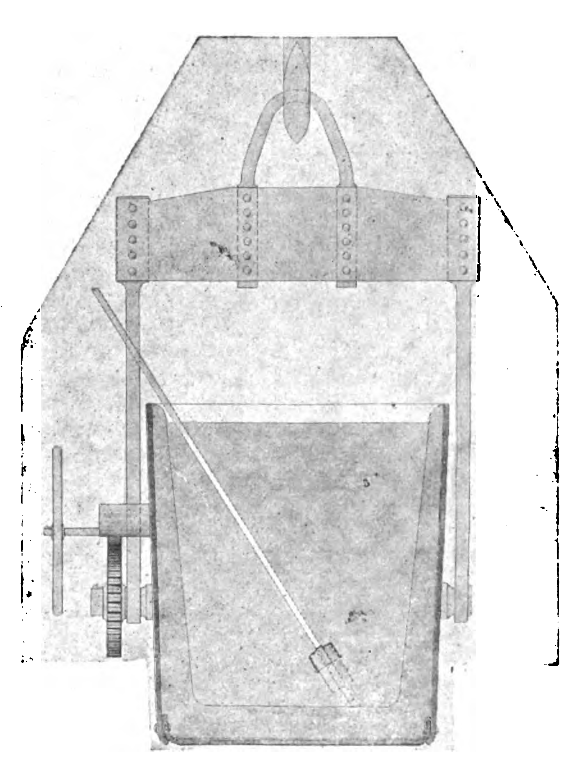


Fig. 14.
Giesspfanne mit eingetauchter Titanthermit-Büchse.

Durch die beschriebene Reaktion kann aber nicht nur ein vollständig porenfreier Guss erzielt werden, es ist auch möglich noch in der Giesspfanne Zusätze vorzunehmen, z. B. von Ferromangan. Nach Durchmischung mit Hilfe einer sog. Büchsenreaktion findet sich das Mangan — z. B. auf 1 v. H. berechnet — gleichmässig im Guss verteilt. Das gleiche wird mit einem Zusatz von Nickel ausgeführt für Pfannen zum Eindampfen von kaustischen Alkalien für die chemische Gross-Industrie. In diesem Falle wird das Nickel am praktischsten in Form von Nickelthermit, das vorher in einem Tiegel zur Entzündung gebracht ist, um dann — mitsamt der Schlacke — in die Giesspfanne gegossen zu werden, verwandt. Die gleichmässige Durchmischung des Nickels wird sodann mit einer „Büchse" bewirkt. Man verwendet etwa 1 v. H. Nickelthermit, das 60 v. H. metallisches Nickel

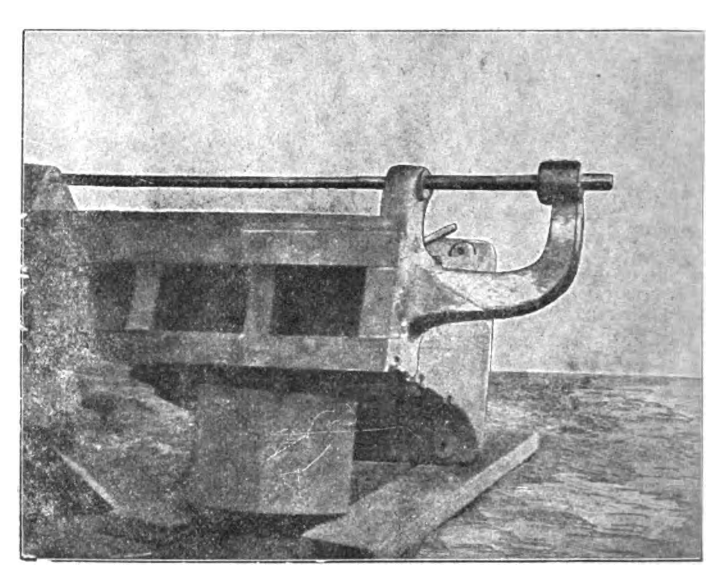


Fig. 13b.
Abgebrochener Teil eines Maschinenrahmens mit Thermit an 3 Stellen angeschweisst (Johannesburg. Südafrika).

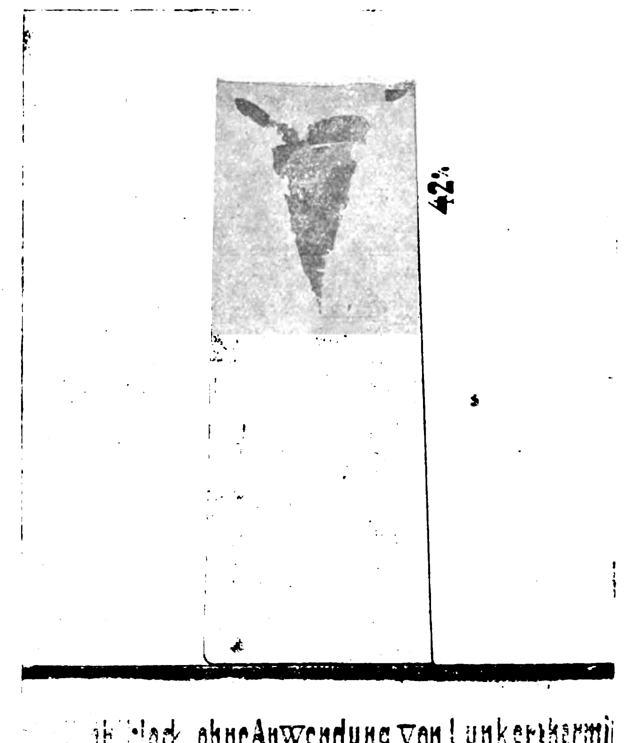


Fig. 15.

ergibt, vom angewendeten Guss und kann in Kesseln mit solchem Nickelzusatz etwa 50 v. H. mehr Chargen ausbringen als in solchen ohne Nickel.

Eine zweite Anwendung des sog. Büchsenverfahrens ist

wichtig für den Stahlguss und zwar zuvörderst beim Giessen von grossen Schmiedeblöcken. Bei diesen tritt bekanntlich stets ein mehr oder minder grosses Nachlunkern ein. Dadurch entstehen im Kopf des Blockes Hohlstellen, die zumeist 30 bis 40 v. H. Verlust verursachen (Fig. 15). Man hat vielerlei versucht, um diesem Uebelstande abzuhelfen. Erst neuerdings ist bekanntlich ein Verfahren durchgearbeitet worden, das darauf beruht, dass der ganze Block nach dem Gusse unter

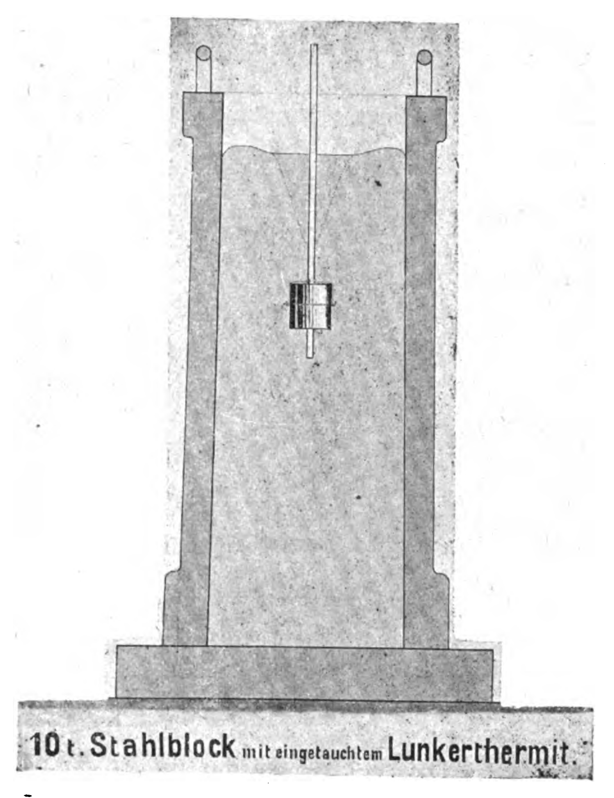


Fig. 16.

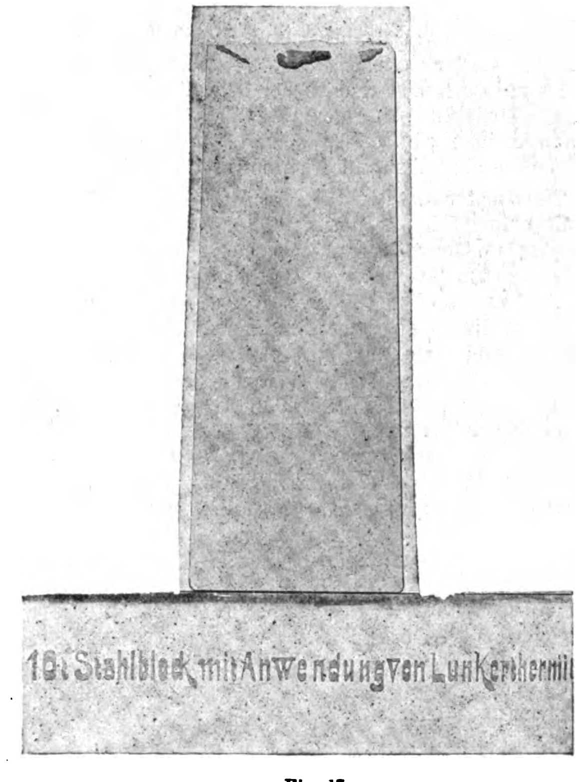


Fig. 17.

starken Druck versetzt wird. Infolge der kompendiösen Einrichtung stellt sich diese Methode sehr teuer, beweist aber, welch grossen Wert man darauf legt, dichte lunkerfreie Blöcke zu erhalten.

Das Thermitverfahren für den angedeuteten Zweck besteht nun darin, dass man eine Büchse von sog. Lunkerthermit in den Block mit Hilfe einer Eisenstange — genau wie oben beschrieben — hineinsenkt und zwar je nach der Grösse des Schmiedeblocks, etwa 1 m tief (Fig. 16). Die Reaktion verläuft in diesem Falle in einigen Sekunden. Das Einsenken der Büchse geschieht selbstverständlich erst, nachdem sich der Lunker gebildet, also zumeist erst nach 15 bis 20 Minuten. Die erstarrte oberste Schicht ist vorher mit Hilfe mechanischer oder chemischer Mittel zu öffnen. Unmittelbar nach vollendeter Reaktion ist bereit gehaltener Stahl in den geöffneten Lunker nachzugiessen. Das Verfahren ist tatsächlich sehr einfach, die nötige Beobachtung der rechtzeitigen Einführung der Büchse bald erlernt. Dazu kommt die ausserordentliche Billigkeit des Verfahrens; es sind bei 10 tons schweren Blöcken nur etwa 5 Kilo Thermit nötig! Fig. 17 zeigt einen 10 tons schweren Block, der nach diesem speziell von Herrn *Mathesius* angegebenen Verfahren behandelt war, aufgenommen nach erfolgtem Durchschnitt. Ein verhältnismässig ganz kleiner Lunker befand sich nur in dem obersten Teile des Blockes — wie in der Abbildung zu sehen — sodass nur wenige Prozent Abfall abzuschneiden waren.

Weiter ist das Verfahren noch ausgebildet, um bei grossen Stahlformgüssen mattgewordenem Stahl in den Trichtern zum besseren Lunkern zu verhelfen. Es ist in Fig. 18 ein Stahlformgusstück (ein grosses Zahnrad) gezeichnet, in welches Lunkerthermit am Boden einiger Trichter und zwar in konzentrisch durchlochter, etwa 1 Kilo Thermit enthaltender Büchse eingebaut ist. In diesem Falle braucht also das Thermit nicht erst mit Hilfe einer Eisenstange in den Stahl eingetaucht zu werden. Man kann zudem die Einschnürung am Trichter etwas enger gestalten wie üblich, um das Absägen des Kopfes zu erleichtern. Der sich bildende Lunker geht nun nicht in das Werkstück hinein und macht so dasselbe fehlerhaft, sondern befindet sich ganz oben im Kopf des Trichters. Auch beim Guss langer Schiffssteven, die bekanntlich nicht leicht zu giessen sind, werden in die Steigetrichter derartige Büchsen eingesetzt; diese wirken dann gewissermassen als Auffrischungsmittel, das den auf dem langen Wege matt gewordenen Stahl „antreibt", d. h. ihn zu rascherem Aufsteigen in die Trichter veranlasst und somit dünnflüssiger macht. Auch hierzu werden stets nur kleinere Büchsen verwendet.

Fig. 18.

Es steht ausser Frage, dass mit vorstehendem die Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens noch nicht erschöpft sind; wie bisher so werden sich auch weiter der Aluminothermie bei ihrer Mannigfaltigkeit neue Gebiete erschliessen.

Die Verbrennungsmotoren auf der Deutschen Städte - Ausstellung in Dresden 1903.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Schluss von S. 742 d. Bd.)

Die Bauart des von der *Maschinenfabrik Augsburg, A.-G.* in Augsburg ausgestellten *Diesel*motors von 12 PS (normal), sowie die zum Betreiben desselben nötigen Behälter, Rohrleitungen für Druckluft, Petroleum, Kühlwasser usw. zeigen Fig. 22—27.

Fig. 28 gibt ein Schaubild des Motors.

Der *Diesel*motor ist in den letzten Jahren mit wesentlichen Neuerungen versehen worden und erst dadurch zu einer betriebssicheren und brauchbaren Maschine geworden. Zwar werden bei den meisten bedeutsamen Erfindungen — und als eine solche ist der vor etwa 6 Jahren zuerst der Oeffentlichkeit übergebene *Diesel*motor durchaus zu bezeichnen — Angriffe und Zweifel an den mit ihnen zu erreichenden Vorteilen usw. seitens der betreffenden Fachkreise selten fehlen, indess waren diese im vorliegenden Falle in einzelnen Punkten doch vollkommen berechtigt. Jedenfalls kam der *Diesel*motor vor etwa 6 Jahren, was die Ausführung wichtiger Einzelteile desselben anbelangt, noch ziemlich unfertig auf den Markt und dies hat seiner Entwicklung sehr geschadet. Der seiner Zeit prophezeite grosse Erfolg ist ausgeblieben und erst in den letzten Jahren unter Aufwendung bedeutender Mittel und durch langjährige Erfahrungen derjenigen Firmen, die den Bau des *Diesel*motors aufgenommen haben, erreicht worden.

Die reinliche und geruchlose Zufuhr und Verwendung des Brennstoffes bildet einen Hauptvorteil des *Diesel*motors, insbesondere auch den in der Neuzeit wegen ihres höchst ökonomischen Betriebes sehr in Aufnahme gekommenen Sauggasanlagen gegenüber! Es werden aber auch die stetige Betriebsbereitschaft, leichte Ingangsetzung, seine Wirtschaftlichkeit bei schwankenden Belastungen usw., der Wegfall jeglicher Feuerung und Zündung und nicht zum wenigsten der geringe Raumbedarf dem *Diesel*motor in vielen Fällen den Vorzug vor jedem anderen Motor sichern.

Die allgemeine Anordnung der Einzelteile des *Diesel*motors, sowie seine Arbeitsweise darf aus früheren Veröffentlichungen als bekannt vorausgesetzt werden (s. D. p. J. 1898, **308**, 221, bezw. 1899, **312**, 41). Es sei nur nochmals hervorgehoben, dass der Motor einseitig wirkend ist, und, wie zumeist alle kleineren Verbrennungsmotoren, im Viertakt arbeitet. Der Arbeitszylinder ist unten offen und oben durch einen Deckel geschlossen; letzterer enthält, wie Fig. 22 bezw. Fig. 23 erkennen lassen, das Auspuffventil *a*, Einsaugventil *e*, Brennstoffventil *b* und das Anlassventil bezw. Luftentnahmeventil *v* für die Luftpumpe.

Sämtliche Ventile, mit aufgeschliffenen Ventilsitzen, werden zwangläufig mittels unrunder Scheiben *s* geöffnet und durch Federn geschlossen; erstere sitzen auf einer gemeinsamen Steuerwelle *h*, die halb soviel Umdrehungen macht, als die Kurbelwelle. Zylinder und Deckel werden mit Wasser gekühlt. Durch die Brennstoffpumpe *p* (Fig. 25) wird die für die jeweilige Kraftleistung erforderliche Menge Brennstoff in das Brennstoffventil *b* gepumpt; in letzterem wird der Brennstoff mit Druckluft gemischt und alsdann im zerstäubten Zustande dem Arbeitszylinder zugeführt.

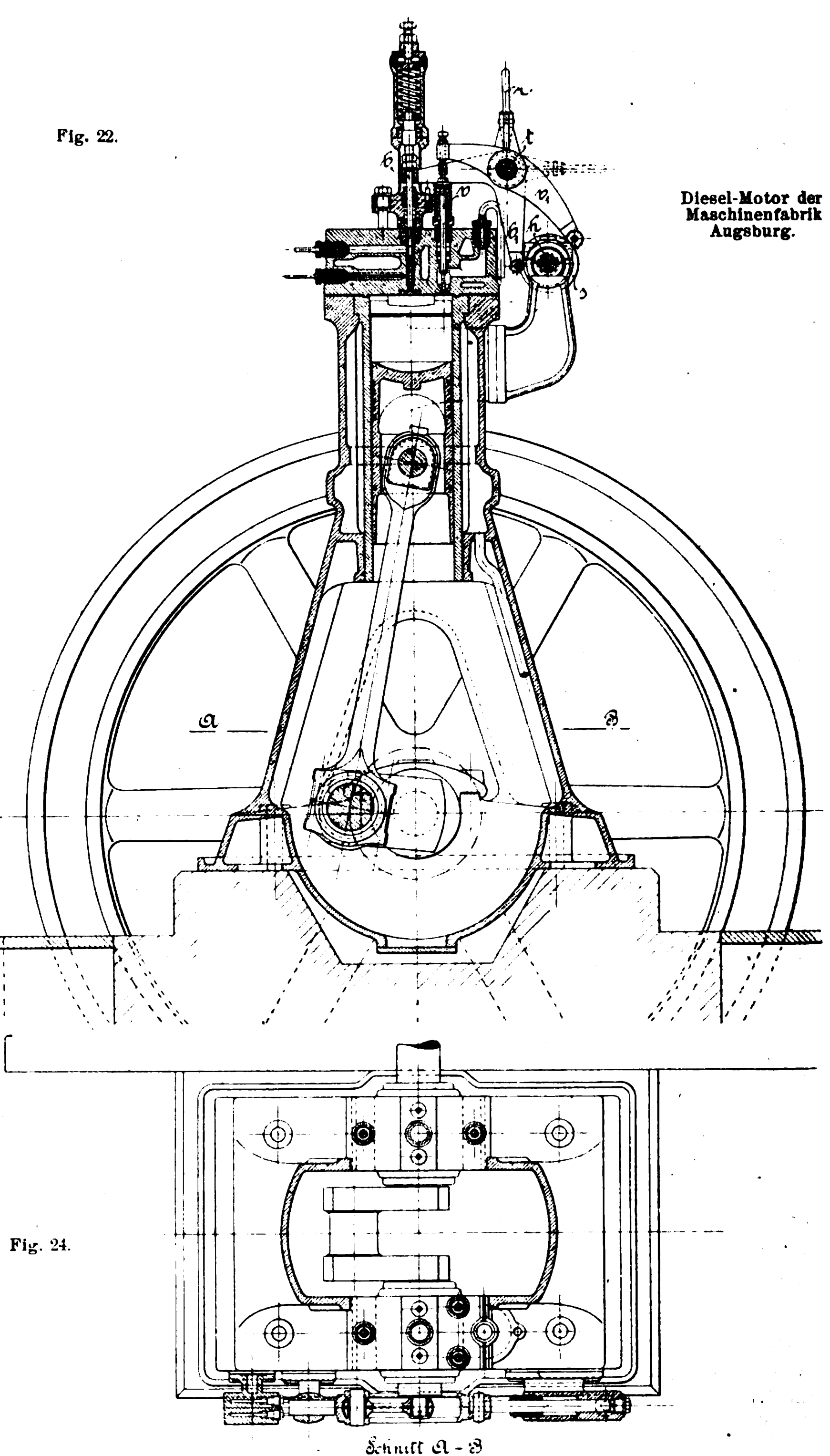


Fig. 22.

Diesel-Motor der Maschinenfabrik Augsburg.

Fig. 24.

Schnitt A - B

Die am Sockel des Motors angebrachte Luftpumpe *l*

(Fig. 26 und 27) saugt die Zerstäuberluft nicht mehr, wie früher, aus der Atmosphäre an, sondern entnimmt sie unter ungefähr 10 Atm. Spannung dem Arbeitszylinder und verdichtet sie sodann weiter auf den für die Einblasung des Brennstoffes erforderlichen Ueberdruck von etwa 60 Atm. Zu dem Zwecke befindet sich im Zylinderdeckel noch ein kleines Ueberströmventil, das während der zweiten Hälfte des Verdichtungshubes geöffnet wird, wenn die Verdichtungsspannung im Zylinder 10 Atm. überschritten hat. Infolgedessen tritt aus dem letzteren etwas Luft in die während des Betriebes gegen das Anlassgefäss abgeschlossene Anlass- bezw. Ueberströmleitung, in der der Druck auf ungefähr 10 Atm. steht. Die Höhe dieses Druckes wird durch das Regelventil für die Luftpumpe eingestellt. Aus der Anlassvorrichtung entnimmt nun die im Zweitakt arbeitende Luftpumpe ihren Luftbedarf und fördert ihn, nachdem die Verdichtung auf 60 Atm. erfolgt ist, durch die Druckleitung zum Einblasegefäss. Von hier aus führt die Einblaseleitung zum Brennstoffventil.

Der Hauptvorteil dieser neuen Anordnung besteht darin, dass die Luft in der Pumpe nur etwa auf das Sechsfache ihres Anfangsdruckes (von 10 auf 60 Atm.) zu verdichten ist, was leicht gelingt. Andererseits liegt ein bedeutender praktischer Vorteil in den geringen Abmessungen der Luftpumpe, die gegen früher auf etwa $^1/_{14}$ verkleinert ist. Das Anlassen des Motors erfolgt mittels verdichteter Luft, die ebenfalls von der Luftpumpe l erzeugt und in dem Einblase- bezw. Anlassgefäss aufgespeichert wird. (Bei grösseren Motoren ist für die Einblase- und für die Anlassluft je ein besonderes Gefäss vorhanden.)

Die betreffenden Steuerhebel werden mittels eines Handgriffes r (Fig. 22) vor dem Anlassen in die Anlasstellung, und nachdem der Motor die für die Zündung nötige Geschwindigkeit besitzt, wieder in die Betriebsstellung gebracht (vergl. weiter unten).

Eine andere Neuerung am *Diesel*motor besteht darin, dass zur Erhöhung der Betriebssicherheit an Stelle der zahlreichen engen Bohrungen, die früher zum Zwecke der Zerstäubung des eingeführten Brennstoffes notwendig erschienen und brausenartige Körper ergaben, eine einzige Bohrung von mehreren Millimetern Durchmesser (Brennstoffkegel) angeordnet ist. Ebenso ist am unteren Teil der die Brennstoffnadel umgebenden Zerstäuberhülse statt vieler feiner Löcher eine Anzahl verhältnismässig tiefer und breiter Nuten eingeschnitten, durch die das Petroleum bis zum Brennstoffkegel tritt. Die eigentliche Zerstäubung erfolgt auch nicht mehr durch ein senkrecht gerolltes Drahtgeflecht aus Messinggaze, sondern durch einen sog. *Plattenzerstäuber*. Derselbe besteht aus vier ringförmigen Platten, die in Abständen von mehreren Millimetern übereinander liegen und deren 2 mm weite Löcher gegeneinander versetzt sind. Vor dem Eintritt in den Zylinder wird das Petroleum von der Zerstäuberluft durch diese Löcher mitgerissen und dadurch zerstäubt. Da der Ueberdruck der Zerstäuberluft beim Durchgang durch die Löcher ausserordentlich gross ist und die Löcher hinreichend weit sind, so dürfte eine Verschmutzung derselben ausgeschlossen sein, während sich die engen Maschen des früheren Zerstäubungssiebes leicht zusetzen konnten.

Eine weitere bedeutungsvolle Neuerung betrifft die *Regelung* des *Diesel*motors. Während bei seinen ersten Ausführungen die Zufuhr des Brennstoffes in den Zylinder durch einen vom Regulator beeinflussten Keil, von dessen jeweiliger Stellung das frühere oder spätere Oeffnen eines Ueberlaufventiles abhing, der Belastung der Maschine entsprechend geregelt wurde (s. 1899, **311**, 41), dienten später hierzu zwei mit entgegengesetzten Schraubengewinden an ihren Enden versehene Stangen (s. 1901, **316**, 571). Durch die von einem Zentrifugalregulator bewirkte achsiale Verdrehung der einen Stange wurde die Gesamtlänge eines zugehörigen Gestänges verändert und damit der Augenblick des Aufsitzens des Saugventiles der Brennstoffpumpe auf seinen Sitz verschoben — sonach die Menge des für jeden Verbrennungshub zur Einspritzung gelangenden Petroleums genau eingestellt.

Fig. 23. Diesel-Motor der Maschinenfabrik Augsburg.

Auch diese Regelungseinrichtung arbeitete für die Dauer nicht zufriedenstellend. Es entstand in den Schraubengewinden leicht toter Gang, ferner stellte sich der erforderliche Regulatorhub als zu gross heraus. Deshalb ist neuerdings an den *Diesel*motoren, die aus den Fig. 29—32 ersichtliche Regelungseinrichtung in Anwendung gekommen.

Das Druckventil d der Brennstoffpumpe ist selbsttätig, während das Saugventil s derselben durch die Stange u mit einem Hebel h in Verbindung steht, der mit einem Ende am Regulator aufgehängt ist. Der Aufhängepunkt f kann, so lange der Regulator seine Stellung nicht ändert, als Festpunkt betrachtet werden. Das andere Ende g des Hebels wird durch die auf der Steuerwelle sitzende Kurbel i, die auch den Pumpenkolben k antreibt, hin- und herbewegt, was ein Oeffnen und Schliessen des Saugventils zur Folge hat. Verstellt der Regulator den Aufhängepunkt f und zwar z. B. bei zunehmender Geschwindigkeit des Motors nach oben, so schliesst das Saugventil erst später und öffnet wieder früher, sodass insgesamt weniger Petroleum gefördert wird.

Fig. 26.

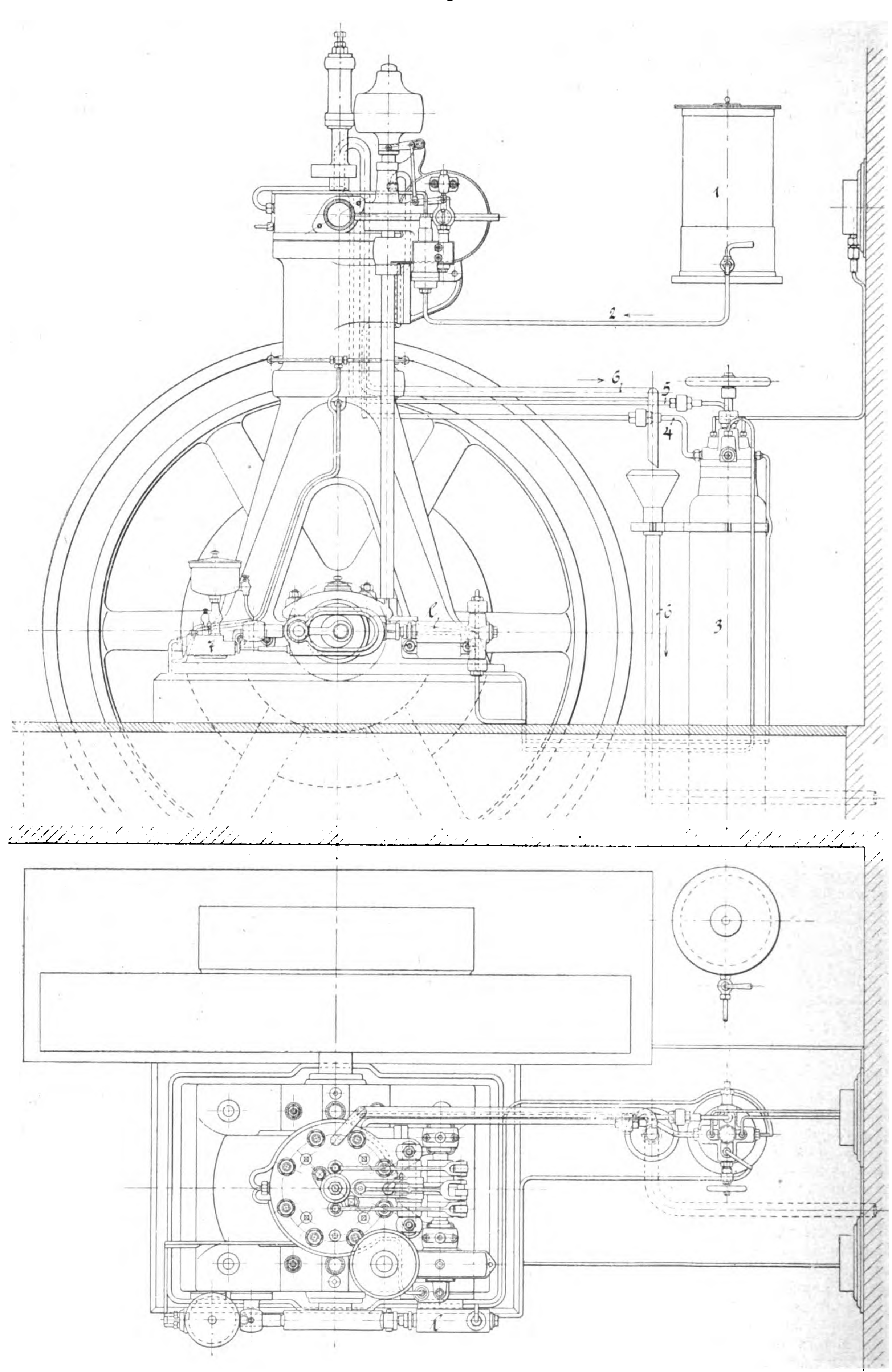


Fig. 27. Diesel-Motor der Maschinenfabrik Augsburg.

1. Brennstoffbehälter. 2. Zur Brennstoffpumpe. 3. Einblase- bezw. Anlassgefäss. 4. Ueberströmleitung. 5. Einblaseleitung. 6. Kühlwasserabfluss. 7. Schmierölpumpe.

Dabei findet nur eine äusserst geringe Rückwirkung auf den Regulator statt.

Beim Anlassen des Motors muss das Brennstoffventil geschlossen bleiben und das Anlassventil geöffnet werden, während gleichzeitig die Rolle des Hebels v_1 an der zugehörigen Nockenscheibe anliegt und somit vom Anlassnocken getroffen wird. Durch Drehen am Handhebel r nach oben wird die Betriebsstellung herbeigeführt. Es steht dann der

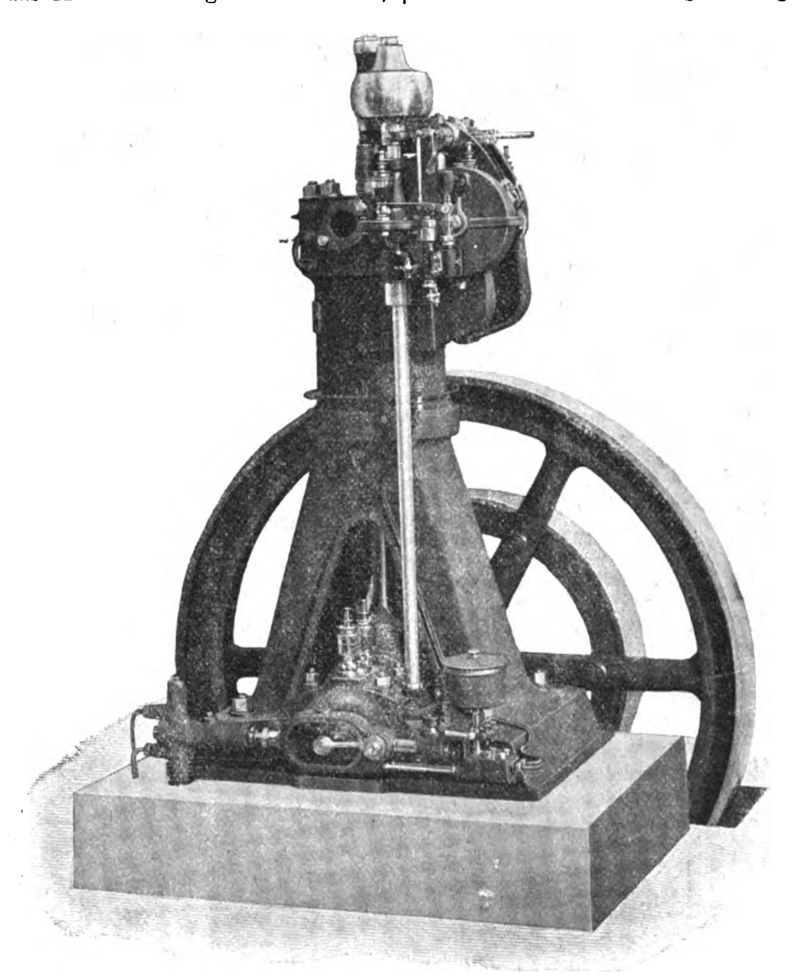


Fig. 28. Diesel-Motor der Maschinenfabrik Augsburg.

damit Druckluft aus dem Anlassgefäss in den Arbeitszylinder eintreten und den Kolben in Bewegung setzen kann. Die Hebel b_1 und v_1 (Fig. 22) für das Brennstoff- bezw. das Anlassventil sitzen deshalb nebeneinander auf einer exzentri- Anlasshebel b_1 von seiner Nockenscheibe ab und bleibt daher in Ruhe, wohingegen der Brennstoffhebel v_1 nunmehr mit seiner Rolle an der zugehörigen Nockenscheibe anliegt und von dieser bewegt wird.

Versuche am 8pferdigen Dieselmotor.

Oelsorte	Russisches Petroleum					
Versuchsnummer	IV	I	II	V	III	—
Datum	10./6.	9./6.	9./6.	10./6.	9./6.	10./6.
Der Versuch dauerte von	11^{40}	3^{31}	4^{14}	12^{34}	4^{43}	—
Der Versuch dauerte bis	12^{00}	4^{01}	4^{29}	12^{54}	5^{03}	—
Mittlere Umdrehungszahl der Kurbelwelle i. d. Minute	267,1	278,4	270,3	274,7	276,3	284
Bremsarbeit N_e . . . PS_e	10,04	8,88	8,62	6,23	4,68	0
Positive indizierte Mittelspannung im Arbeitszylinder $^{kg}/_{qcm}$	7,57	6,55	6,64	5,30	4,33	1,90
Positive indizierte Arbeit N_i^a im Arbeitszylinder PS_i	12,93	11,67	11,49	9,33	7,67	3,45
Indizierter Arbeitsverbrauch der Luftpumpe N_i^l (geschätzt) PS_i	0,30	0,30	0,30	0,30	0,25	0,20
Indizierte Arbeit $N_i = N_i^a - N_i^l$ . . . PS_i	12,63	11,37	11,19	9,03	7,42	3,25
Mechanischer Wirkungsgrad $\frac{N_e}{N_i}$ 100 . . . v. H.	79,4	78,1	77,0	69,0	63,2	—
Oelverbrauch für 1 Std. . . . kg	2,202	2,020	1,920	1,392	1,215	—
Oelverbrauch für 1 $^{PS_i}/_{Std.}$ . . . g	174	178	172	154	164	—
Oelverbrauch für 1 $^{PS_e}/_{Std.}$ . . . g	**219**	**227**	**222**	**234**	**260**	—
Belastung	Voll	Normal		$^3/_4$	$^1/_2$	Leerlauf

schen Hülse t, die durch den bereits genannten Handhebel r verstellt werden kann. In der Anlasstellung steht die Hülse bei wagerechter Lage des Handhebels (in Fig. 22 punktiert angegeben) so, dass die Rolle des Hebels b_1 von ihrer Nockenscheibe absteht und daher von dieser nicht bewegt wird,

Die Ergebnisse von Versuchen, die Professor *Meyer* am 9. und 10. Juni 1902 auf dem Probierstande der *Maschinenfabrik Augsburg* an einem *Diesel*motor der vorbeschriebenen Bauart von 8 effektiven Pferdestärken (normal) anstellte, sind in der obenstehenden Tabelle zusammengestellt.



Der Arbeitszylinder des Motors hat 165,0 mm Durchmesser bei 269,5 mm Hub; die zugehörige Luftpumpe besitzt 25 mm Durchmesser und 50 mm Hub. An der letzteren konnten Diagramme nicht genommen werden; es wurde die indizierte Mittelspannung in der Luftpumpe auf Grund von Diagrammen an einem 70pferdigen Motor zu 20 $^{kg}/_{qcm}$ geschätzt. Die Versuche wurden mit russischem Petroleum durchgeführt, das bei 18,7° C. ein spezifisches Gewicht von 0,806 $^{kg}/_{l}$ besitzt.

Diagramme mit schwacher Feder, aus denen der Arbeitsverbrauch beim Ansaugen der Luft in den Arbeitszylinder

Regelungseinrichtung zum Diesel-Motor.

Fig. 29.

und beim Auspuffen der Verbrennungsrückstände festgestellt werden kann, wurden ebenfalls nicht genommen. Bei der Bildung der indizierten Arbeit ist daher dieser Arbeitsverbrauch, der nach früheren Versuchen ungefähr 1 v. H. der Leistung bei Vollbelastung beträgt, nicht in Abzug gebracht, was bei der Beurteilung des Oelverbrauches für 1 $^{PSi}/_{Std.}$ und des mechanischen Wirkungsgrades im Auge zu behalten ist. Bemerkenswert ist der geringe Oelverbrauch. Nimmt man den Heizwert des russischen Petroleums zu rd. 10300 *WE* an (nach Versuchen von Prof. *Schröter*), so wurden bei den Versuchen

$$\text{unter Vollbelastung } \frac{632}{0{,}219 \,.\, 10\,300} = 28 \text{ v. H.,}$$

$$\text{unter normaler Belastung } \frac{632}{0{,}224 \,.\, 10\,300} = 27{,}4 \text{ v. H.}$$

$$\text{und unter halber Belastung } \frac{632}{0{,}260 \,.\, 10\,300} = 23{,}6 \text{ v. H.}$$

der im Brennstoffe enthaltenen Wärme in Nutzarbeit umgewandelt.

In indizierte Arbeit (ohne Berücksichtigung des Arbeitsverbrauches für Ansaugen und Auspuffen im Arbeitszylinder) wurden 35,3 bis 37,4 v. H. der Brennstoffwärme verwandelt.

Der Auspuff war bei Vollbelastung ganz wenig sichtbar, was andeutet, dass man mit der Menge des zugeführten Petroleums an der Grenze angelangt ist, wo wegen Luftmangel die Verbrennung unvollständig zu werden beginnt. Bei den übrigen Versuchen war der Auspuff unsichtbar und stets geruchlos.

Bei Versuch I (8,88 PS_e) betrug der Kühlwasserverbrauch 135 l in der Stunde, das Wasser wurde dabei von 11° auf 63° erwärmt.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32.

Bei Versuch IV (10,04 PS_e) waren diese Zahlen 98 l in der Stunde, 11° und 75°.

Während sonst bei allen Versuchen am 8 PS_e-Motor der Regulator durch ein angehängtes Gewicht belastet war, arbeitete er bei Versuch I ohne dieses Gewicht. Hieraus erklärt sich die hohe Umdrehungszahl dieses Versuches.

Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 683 d. Bd.)

II. Antrieb.

a) *Tretkurbellager.*

Einer der wichtigsten Teile des Fahrrades ist das Tretkurbellager; von seiner Konstruktion und Einstellung ist der leichte und zuverlässige Lauf, sowie die Lebensdauer der Maschine zum grossen Teil abhängig. Die ungünstige und hohe Beanspruchung dieses Lagers durch das wechselseitige Treten des Fahrers bewirkt, dass an diesem Teil der Maschine die meisten Störungen vorkommen. Es ist daher von grosser Wichtigkeit, dass das Tretkurbellager nicht allein richtig in bezug auf seine Beanspruchung und auf leichten Lauf, sondern auch derartig konstruiert ist, dass das Nachsehen und Reinigen, sowie seine Einstellung so leicht und einfach sind, dass jeder Fahrer imstande ist, solche Arbeiten überall selbst auszuführen.

Fig. 99.
Alte Anordnung des Kettenrades.

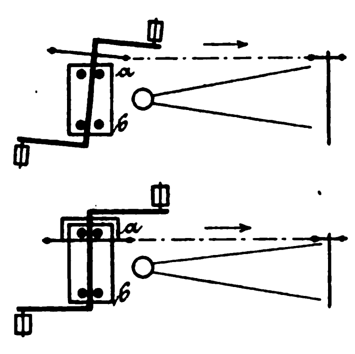


Fig. 100.
Neue Anordnung des Kettenrades.

Der grösste Nachteil der älteren Tretkurbellager bestand darin, dass das Kettenrad ausserhalb der Kugelreihen lag, wodurch die Kette das Bestreben hatte, der Achse, welche sich auf die Punkte *a* und *b* stützen soll, eine schräge Stellung zu geben (Fig. 99). Die Achse hebt sich vom Punkt *b* ab und übt hierdurch ungleichmässigen Druck auf die Lager aus, womit leicht Klemmungen verbunden sind.

In neuerer Zeit wird das Kettenrad zwischen den Kugelreihen angeordnet (Fig. 100). Der Kettenzug verteilt sich hierdurch auf beide Lagerstellen, und zwar auf dieselbe Seite, und zugleich wird der Antrieb regelmässiger auf das Treibrad übertragen. Infolgedessen ist auch der Lauf des Fahrzeuges leichter als bei der alten Anordnung; der Unterschied soll bis zu 10 v. H. betragen.



Fig. 101.
Kugellaufring.

Um nun auch noch das gegenseitige Reiben und Schleifen der Kugeln zu verhindern, verwenden alle bedeutenden Firmen Kugellaufringe nach Fig. 101. Dieser Ring, der sich gleichzeitig mit den Kugeln dreht, ist aus Stahlblech gepresst und so konstruiert, dass die Kugeln die ihnen angewiesenen gegenseitigen Entfernungen nicht verändern können, trotzdem aber in ihrer freien Bewegung in keiner Weise gehindert werden.

Ein weiterer Vorteil des Kugelringes ist der, dass beim Auseinandernehmen des Lagers die Kugeln aus demselben nicht herausfallen können. Die Anbringung solcher Laufringe zeigt Fig. 102 an dem Tretkurbellager der „Brennabor"-Räder.

Dasselbe gestattet zum Unterschiede von den bisher gebräuchlichen Systemen bei gleicher Achsenlänge eine um 20 mm breitere Kugellaufbasis. Sie soll dem seitlichen Druck besser widerstehen, der durch das fortgesetzte abwechselnde Treten auf das Lager ausgeübt wird. Die Kurbel am Kettenrade ist zu einer über das Lagergehäuse greifenden, glockenförmig vertieften Scheibe ausgebildet, an der das Kettenrad leicht abnehmbar befestigt ist.

Gebr. Nevoigt in Reichenbrand-Chemnitz machen bei ihrem Glockenlager (Fig. 103) die Achse zweiteilig, sodass je eine Hälfte samt der Tretkurbel ein Stück bildet. Die Achshälften greifen keilförmig ineinander und werden von der Hülse *a*, deren Enden die Konen *b* bilden, umschlossen und vermittelst einer durchgehenden Schraube mit Linksgewinde fest zusammengehalten.

Die *Bielefelder Maschinen- und Fahrradwerke, A. Göricke* in Bielefeld stellen die ganze Achse mit der rechten Tretkurbel aus einem Stück her (Fig. 104). Die linke Kurbel wird mittels Mutter so fest auf den sechskantigen Zapfen am freien Ende der Achse aufgepresst, dass ein Verschieben oder Lockern ausgeschlossen ist.

Fig. 102.
Tretkurbellager der Brennabor-Fahrradwerke, Gebr. Reichstein.

In recht einfacher Weise wird das Lager der *Mars - Fahrradwerke A.-G.* in Doos bei Nürnberg, ohne die Tretkurbel abzunehmen, nachgestellt und gesichert.

Wie Fig. 105 zeigt, ist zu diesem Zwecke in der Kurbel eine Fixierschraube *a* vorgesehen. Diese wird zwecks Nachstellung des Lagers gelöst, und sodann der Konus *e* mittels des Ringes *b* etwas gedreht, und zwar so weit, bis die Fixierschraube in dem nächsten Loch desselben zu stehen kommt. Beim Zerlegen des Lagers wird die Gegenmutter *c* gelöst, und sodann der Stift *d* herausgeschraubt (D. R.-P. 134885).

Fig. 103.
Tretkurbellager von Gebr. Nevoigt.

Denselben Zweck erreichen die *Herkules-Fahrradwerke A.-G.* in Nürnberg durch folgende Anordnung. Die linke Kurbel ist mit einer niedrigen Glocke *a* (Fig. 106) mit Aussengewinde versehen. Auf letzterer ist der Ring *b* aufgeschraubt, der die Verlängerung der Glocke bildet, und somit das Lager abdichtet. Beim Nachstellen des Lagers wird der Ring *b* von der Kurbel abgeschraubt (punktierte Lage). Das Lager wird hierdurch blossgelegt, sodass der mit Nuten versehene Konus mittels Hackenschlüssels nach Belieben eingestellt werden kann (D. R. G. M. 179867).

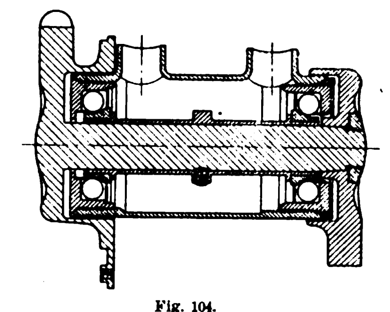


Fig. 104.
Tretkurbellager der Bielefelder Maschinen- und Fahrradwerke, A. Göricke.

Trotzdem sich diese Nachstellung der Lager einer grossen Einfachheit erfreut, so muss doch ein Teil gelöst, und sodann der Konus besonders verstellt werden. Um auch noch dieses zu vermeiden, ist bei dem Glockenlager der *Mindener Maschinen- und Fahrradfabrik von Hoppe & Homann* in Minden i. W. eine Schneckenrad-

regulierung vorgesehen. Wie Fig. 107 zeigt, ist in den hohlen Lagerkörper ein Schneckenrad *g* eingebaut, das durch die Schnecke *l* gedreht wird. Die Lagerschale *c* trägt zwei Mitnehmerstifte *h*, welche durch zwei entsprechende Bohrungen durch das Schneckenrad *g* hindurchgehen und beim Drehen des letzteren die Lagerschale mitnehmen.

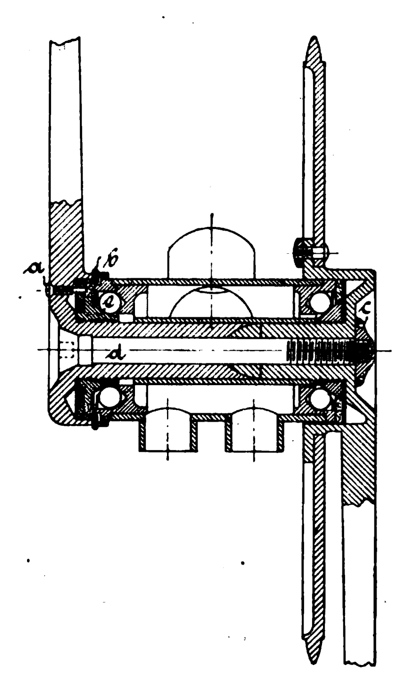


Fig. 105.
Tretkurbellager der Mars-Fahrradwerke A.-G.

Das Tretkurbellager der *Corona-Fahrradwerke und Metallindustrie A.-G.* in Brandenburg a. H. weicht von den eben besprochenen dadurch ab, dass es nicht fest mit dem Rahmen verbunden ist, sondern in das ausgedrehte, am Rahmen sitzende Lagergehäuse hineingeschoben wird.

Beim Nachstellen dieses Lagers braucht nur die linke Klemmbolzenmutter des Gehäuses gelöst zu werden: die hierdurch losgewordene linke Kapselhälfte *a* kann dann mittels Schlüssels nach Bedarf gestellt werden (D. R.-P. 100 596).

Selbst bei grösster Vorsicht kann es vorkommen, dass während der Fahrt im Lager eine Kugel platzt und die Lauffläche der Konusse beschädigt, sodass das Lager unbrauchbar wird. Um nun einen auf diese Weise entstandenen Schaden sofort beheben zu können, ordnen die *Bielefelder Maschinen- und Fahrradwerke* nach Fig. 110 Doppelkonusse an. Der beschädigte Konus wird von der Achse abgeschraubt und umgedreht, sodass die andere Lauffläche in Anwendung kommt.

Denselben Zweck erreicht *W. Lamprecht* in Colpin bei Storkow dadurch, dass er die Kugeln in der Längsrichtung der Achse verschiebt. Hierzu besitzt die Achse *a* (Fig. 111) neben den üblichen Gewinden noch mit Gewinde versehene Verstärkungen *b*, welche den Anschlag *c* für die Kugeln tragen. Dieser Anschlag ist, um sein Verdrehen auf der Achse zu verhüten, mittels Gegenmutter *d* gesichert. Die Lauffläche der Kugeln bildet die Büchse *e*, die auf die äusseren Gewindeenden fest aufgeschraubt ist. Als Gegenfläche dient die zylindrische Innenfläche der Nabe *g*. Den Abschluss des Lagers bildet der durch den Schraubring *i* gesicherte Schraubdeckel *h*. Durch ihn tritt die Büchse *e* hindurch und wird mittels einer kleinen, durch Gummiring *k* und Schraubring *l* gebildeten Stopfbüchse abgedichtet (D. R.-P. 126 777).

Diese Anordnung gestattet mit Leichtigkeit die Achse herauszunehmen, nachzusehen, ob Abnutzungen stattgefunden haben, und erforderlichenfalls die Anschläge *c* ein wenig nach aussen oder innen zu rücken.

Um Verdrehen der Tretkurbeln gegeneinander zu verhüten, schlägt *G. Egger* in Triest die Anordnung Fig. 112 vor. In die hohle, mit trapezförmigen Kanälen versehene Kurbelachse *w* (D. R.-P. 110 400) ragen die ebenfalls hohlen und mit genau passenden Rippen versehenen Achsenstümpfe *a* hinein. Diese sind, um die Kurbeln gegen Herausfallen zu sichern, bei *l* geschlitzt, sodass sie an den Enden genügend radial auseinander federn können, sobald die konischen Muttern *n* der Schrauben *s* angezogen werden, und die eben-

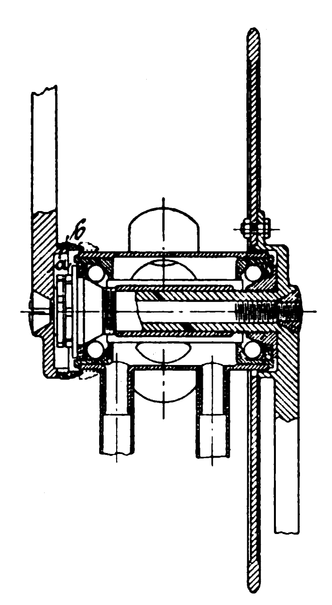


Fig. 106.
Tretkurbellager der Herkules-Fahrradwerke A.-G.

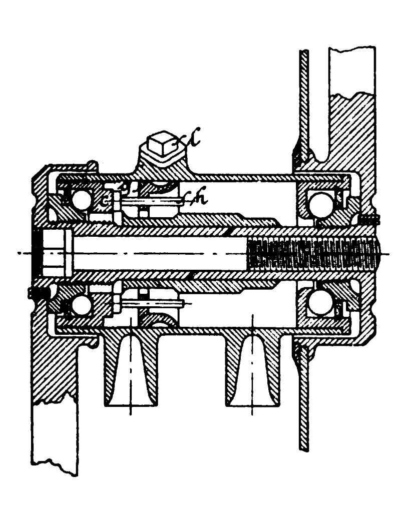


Fig. 107.
Tretkurbellager der Mindener Maschinen- und Fahrradfabrik, Hoppe und Homann.

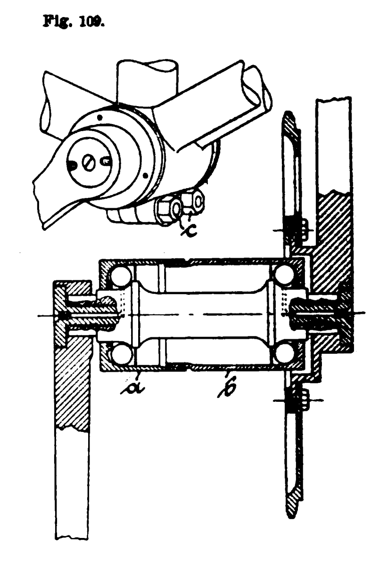


Fig. 108.
Tretkurbellager der Corona Fahrradwerke und Metallindustrie A.-G.

Zu diesem Zwecke sind die beiden Kugelschalen nach Fig. 108 auf den einander zugewendeten Seiten zu Zylindern *a*, *b* ausgebildet, die mit ihren Rändern verschraubt sind. Die so gebildete zylindrische Kapsel wird nun mit der darin befindlichen Achse und den Kugeln in das Lagergehäuse (Fig. 109) hineingeschoben. Letzteres ist aufgeschlitzt und wird, um Verschieben der Kapsel zu verhüten, mit Klemmbolzen *c* zusammengezwängt.

falls konisch geformten Schraubenköpfe *p* von innen auf die Lappen *l* drücken. Letztere legen sich nun als Sicherung an die etwas konisch erweiterten Kanäle der Welle *w* an.

Um nun während des Anziehens der Muttern Drehen der Schrauben *s* zu verhüten, besitzen deren Köpfe *p* entsprechend geformte kleine Nasen, die sich in die freien Nuten zwischen den federnden Lappen *l* einlegen.

Bei den kettenlosen Fahrrädern war das grosse Antriebs-

zahnrad bisher neben der Tretkurbel an derselben Stelle gelagert, an der sich das sonst übliche Kettenrad befindet. Bei dieser Anordnung war der Druck auf die Lager so ungleichmässig verteilt, dass neben schneller Abnutzung der-

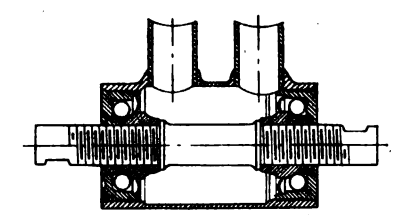


Fig. 110.
Tretkurbellager der Bielefelder Maschinen- und Fahrradwerke, A. Göricke.

selben der Gang des Fahrrades bedeutend erschwert wurde.

Die *Brennabor-Fahrradwerke von Gebr. Reichstein* in Brandenburg a. H. haben nun das Antriebsrad in die Mitte

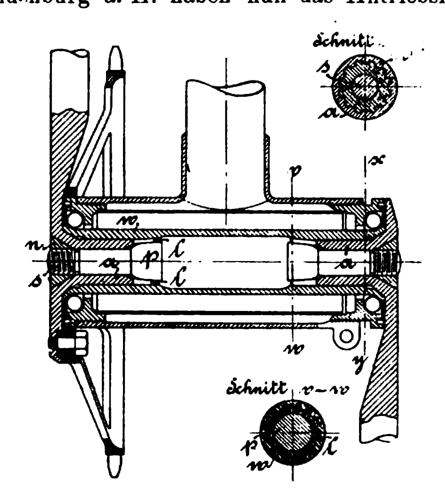


Fig. 112.
Tretkurbellager von Egger.

des Lagers verlegt (Fig. 113) und so eine günstigere Lagerung für die Kraftübertragung erzielt. Das Hauptzahnrad hat jedoch bei allen diesen Anordnungen das Bestreben, sein gegenüberliegendes Uebertragungszahnrad von sich ab-

Um diesem vorzubeugen, ordnen die *Wanderer-Fahrradwerke vorm. Winkelhofer & Jänicke* in Schönau bei Chemnitz an Stelle des Kugellagers, welches sich durch die starke Beanspruchung rasch einläuft und so der Uebertragungswelle etwas Spiel gibt, wodurch naturgemäss die Zähne etwas

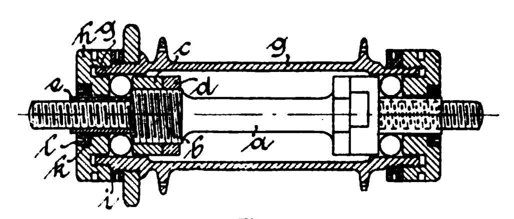


Fig. 111.
Lager von Lamprecht.

ausser Eingriff kommen, an der Uebertragungswelle unmittelbar am vorderen Zahnrädchen ein nachstellbares Walzenlager an (Fig. 114). Dieses fängt nun den seitlichen Druck statt durch kleine Druckpunkte, wie ihn die Kugeln bieten, durch 12 mm lange Walzen auf, wodurch seitliches Ausweichen der Welle verhütet wird. Gegen Vorwärtsgleiten nach dem Kurbelgehäuse zu ist letztere durch ein mit Kugelring versehenes Widerlager gesichert, das sich unmittelbar an das vorerwähnte Walzenlager anschliesst. Ferner wird der Druck,

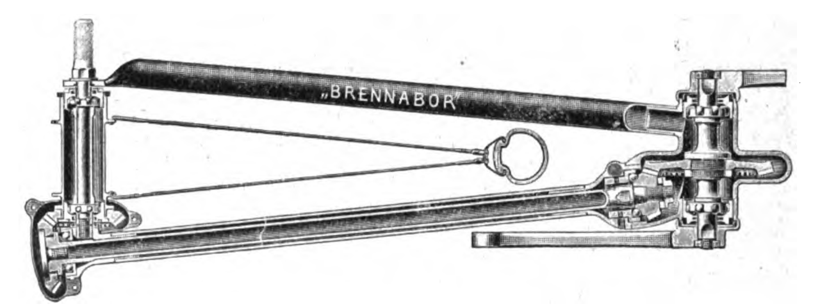


Fig. 113.
Kettenloser Antrieb der Brennabor-Fahrradwerke, Gebr. Reichstein.

welcher durch das Ineinandergreifen der Zahnräder im Kurbelgehäuse in der Längsrichtung der Uebertragungswelle entsteht, durch ein Kugellager von grossem Durchmesser im Gehäuse an der Hinterradnabe unmittelbar aufgefangen.

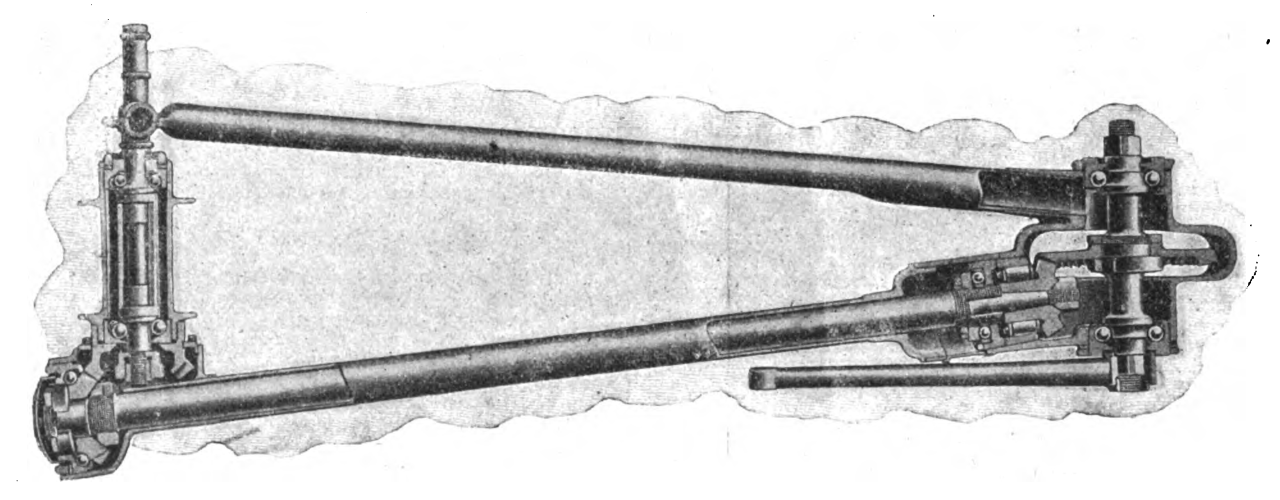


Fig. 114.
Kettenloser Antrieb der Wanderer-Fahrradwerke, vorm. Winkelhofer und Jänicke.

zudrängen. Hierdurch wird mit der Zeit nicht nur der Gang erschwert, indem die Zähne nicht mehr genau ineinandergreifen, sondern die Zahnräder verursachen auch ein unangenehmes Geräusch.

Durch diese nach allen Richtungen genau regulierbare sichere Lagerung, welche jedes Klemmen oder Ecken verhindert, wird ein leichter und ruhiger Gang erzielt.

(Fortsetzung folgt).

Kleinere Mitteilungen.

Die Reibungskupplung für veränderliche Geschwindigkeit von Wood,

deren Konstruktion nach Rev. Ind. 18. Juli 1903 aus Fig. 1 u. 2 ersichtlich ist, benutzt zur Uebertragung der Geschwindigkeit von der treibenden auf die getriebene Achse ein System von Zahnrädern mit verschiedenen Uebersetzungsverhältnissen. Das erste System, welches mit der treibenden Achse fest verbunden ist, greift in das zweite

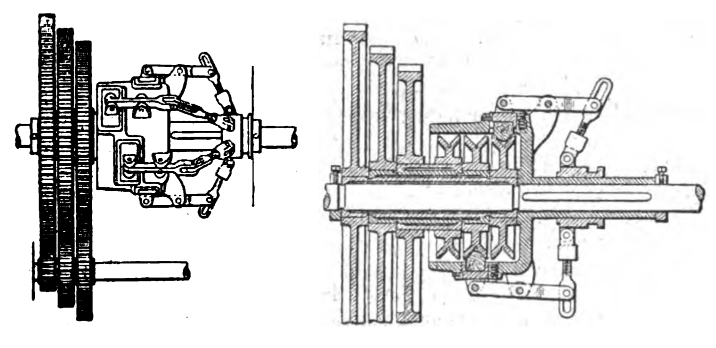


Fig. 1. Fig. 2.

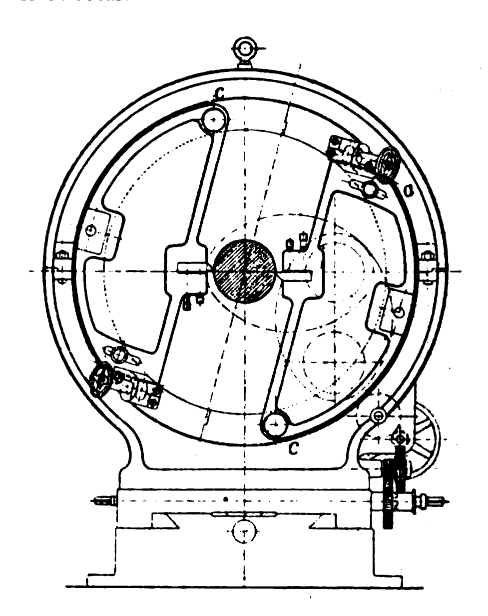
ein, dessen Räder aber an verschieden langen Hülsen befestigt und auf die getriebene Achse aufgeschoben sind, so dass sich jedes unabhängig von dem anderen drehen kann. Auf die Enden dieser Hülsen sind Reibungsscheiben aufgekeilt, welche durch eine Reibungskupplung mit der zu treibenden Achse verbunden werden können. Je nachdem nun die eine oder andere Scheibe mit der zu treibenden Achse verkuppelt wird, ist die Geschwindigkeit verschieden. Die Anzahl der möglichen Geschwindigkeiten ist gleich der Anzahl der verwendeten Getriebe. Die Figuren zeigen eine solche Reibungskupplung für drei Geschwindigkeiten.

Die Einschaltung soll ohne Stoss vor sich gehen.

Dr. K.

Apparat zum Drehen von Kurbelzapfen.

Ein solcher, von der Sociéte Alsacienne de Constructions mécaniques hergestellter Apparat bewirkt das Abdrehen bei feststehendem Werkstück. Die die Drehstähle tragenden Supports werden um den zu drehenden Zapfen herumgeführt. Diese Supports bestehen, wie die Fig. 2 Rev. Ind. 11. Juli 1903 zeigt, aus zwei sich diametral gegenüberstehenden Kreissegmenten, welche mit einem ihrer Enden *c c* auf einem Zahnkranz drehbar um *c* als Achse befestigt sind, das andere freie Ende lässt sich vermittelst einer Zahnstange mit endloser Schraube in Richtung einer durch *c* als Mittelpunkt bestimmten Kreisperipherie verschieben, wodurch die Einstellung der Drehstähle erreicht wird; als Führung dient hierbei der Schraubenbolzen im Schlitz *a*, dessen Kopf gleichzeitig zum Feststellen des Supports auf dem Zahnkranz dient. Der Zahnkranz mit den auf ihn befestigten Supports dreht sich nun, angetrieben durch ein Vorgelege in einem kreisförmigen Gussgehäuse um das Werkstück herum; das Gehäuse selbst ist auf einem Schlitten verschiebbar.



Die Abmessungen des Apparates sind folgende:

Innerer Durchmesser des Zahnkranzes . .	950 mm
Achsenhöhe über Schlittenkante	805 „
Tourenzahl für die Minute	70
Grösster drehbarer Durchmesser	250 „
Grösster Kurbelradius	475 „
Gewicht ohne Schlitten	1150 kg.

Dr. K.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Handbuch des Maschinentechnikers. Bernoulli's Vademekum des Mechanikers. Dreiundzwanzigste Auflage. Nachschlagebuch für Techniker, Gewerbetreibende und technische Lehranstalten. Bearbeitet von *Heinrich Berg*, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in Stuttgart. Stuttgart 1904. Arnold Bergsträsser (A. Kröner). Preis geb. 6 Mk.

Taschenbuch für Feuerungstechniker. Anleitung zur Untersuchung und Beurteilung von Brennstoffen und Feuerungsanlagen. Von Dr. *Ferdinand Fischer*, Professor an der Universität Göttingen. Fünfte umgearbeitete Auflage. Stuttgart 1904. Arnold Bergsträsser (A. Kröner). Preis geb. 3 Mk.

Untersuchungen über den Energieverlust des Wassers in Turbinenkanälen. Von Dr.-Ing. *Hermann Oesterlin*. Mit 11 Textfiguren und 5 lithogr. Tafeln. Berlin 1903. Julius Springer. Preis geh. 3 Mk.

Die Kältemaschinen. Von *Georg Göttsche*, Ingenieur in Altona. Mit 71 Figuren und 15 Tabellen. Hamburg 1904. Johannes Kriebel. Preis geb. 2,50 Mk.

Die neue Förderung für vertikale Schächte mit ununterbrochenem Maschinenbetrieb für jede Teufe. Konstruktion von *Otto Ceséti V. Verbó*, Oberbergrat, Professor der Kgl. ung. Bergakademie in Ruhestand. Mit 4 Tafeln. Leipzig 1903. Arthur Felix. Preis geh. 1,50 Mk.

Theorie und Anwendung des elektrischen Bogenlichtes. Von *H. Birrenbach*, Diplom-Ingenieur. Mit 266 Abbildungen. Hannover 1903. Gebr. Jänecke. Preis geb. 9 Mk.

Die Einrichtung elektrischer Beleuchtungsanlagen für Gleichstrombetrieb. Von Dr. *Carl Heim*, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu Hannover. Vierte, umgearbeitete Auflage. Mit 605 Abbildungen. Leipzig 1903. Oskar Leiner. Preis geh. 11,50 Mk.

Brockhaus' Konversations-Lexikon. Vierzehnte vollständig neubearbeitete Auflage. Neue revidierte Jubiläums-Ausgabe. Dreizehnter Band. *Pesa-Ruder.* Mit 65 Tafeln, darunter 15 Chromotafeln, 22 Karten und Pläne, und 177 Textabbildungen.

Vierzehnter Band. *Rudera-Soccus.* Mit 83 Tafeln, darunter 8 Chromotafeln, 27 Karten und Pläne, und 247 Textabbildungen.

Fünfzehnter Band. *Social-Türken.* Mit 80 Tafeln, darunter 10 Chromotafeln, 24 Karten und Pläne, und 276 Textabbildungen.

Sechzehnter Band. *Turkestan-Zz.* Mit 75 Tafeln, darunter 12 Chromotafeln, 22 Karten und Pläne, und 288 Textabbildungen. Berlin und Wien 1903. F. A. Brockhaus, Leipzig.

Kurzes Lehrbuch der Nahrungsmittel-Chemie. Von Dr. *H. Röttger*. Oberinspektor der Kgl. Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genussmittel zu Würzburg. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 21 Abbildungen. Leipzig 1903. Johann Ambrosius Barth. Preis geh. 11 Mk., geb. 12,20 Mk.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 49. Berlin, 5. Dezember 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Die Anwendung von Kraft- und Seileck auf die Berechnung der Beton- und Betoneisenkonstruktionen.

Von **Paul Weiske**, Diplom-Ingenieur und Kgl. Oberlehrer in Cassel.

I.

Einleitung.

Im Anschluss an meinen Aufsatz:

„Beitrag zur Berechnung der Beton- und Betoneisen-Träger" (s. D. p. J. 1902, **317**, 725) bringe ich in folgendem die Anwendung von Kraft- und Seileck auf die Berechnung der Beton- und Betoneisenkonstruktionen.

Zunächst möge auf folgende bekannte Sätze aus der graphischen Statik hingewiesen sein:

1. Zeichnet man zu mehreren Parallelkräften mit beliebigem Pol Kraft- und Seileck, so erhält man das statische Moment der Kräfte in bezug auf eine parallele Achse in der Form:

$$\Sigma P \,.\, x = R \,.\, x_0 = H \,.\, y.$$

Hierbei ist y der Abschnitt der Achse zwischen den beiden äussersten Seilecksseiten (s. Fig. 1). In bezug auf die Schwerpunktsachse des Kräftesystems muss $R \,.\, x_0 = 0$ sein, d. h. die Resultierende der Parallelkräfte, bezw. die Schwerpunktsache geht durch den Schnittpunkt der beiden äussersten Seilecksseiten.

2. Das Trägheitsmoment der Parallelkräfte in bezug auf die Schwerpunktsachse erhält die Form:

$$\Sigma P \,.\, x^2 = J_0 = 2\, H \,.\, F_1.$$

Hierbei ist F_1 die von dem Seileck und den äussersten Seilecksseiten eingeschlossene Fläche. In bezug auf die parallele Achse $y-y$ ist das Trägheitsmoment:

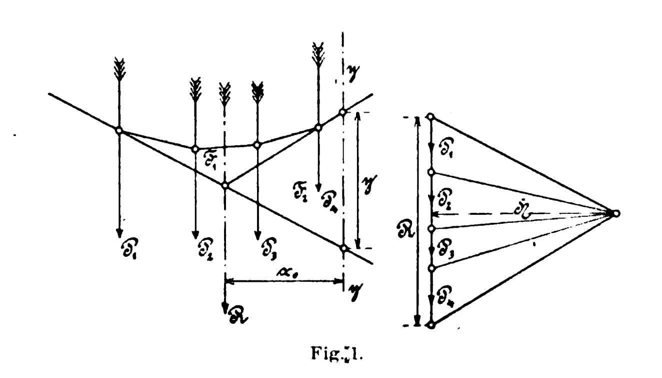


Fig. 1.

$$J = J_0 + R \,.\, x_0^2$$
$$= J_0 + R \,.\, x_0 \,.\, x_0$$
$$= 2\, H \,.\, F_1 + \frac{2}{2} \,.\, H \,.\, y \,.\, x_0$$

Es ist aber $\frac{y \,.\, x_0}{2}$ der Inhalt F_2 des von den äussersten Seilecksseiten und dem Abschnitt y gebildeten Dreiecks.

Daher ist:

$$J_y = 2\, H\, (F_1 + F_2).$$

Diese Sätze werden bei der Berechnung der Beton- und Betoneisenkonstruktionen Anwendung finden.

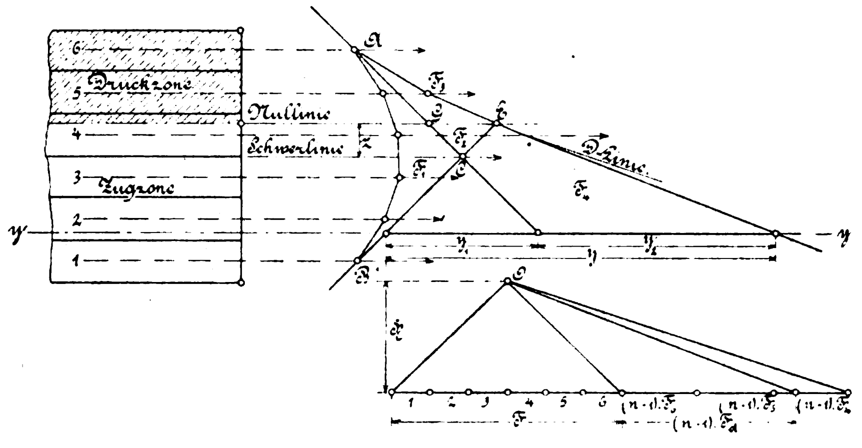


Fig. 2.

II.

Betonträger ohne Eiseneinlagen.

Nach meinem, oben angezogenen Aufsatz ist das Verhältnis

$$n = \frac{E_d}{E_z}$$

eingeführt, welches mit der Beanspruchung des Betonträgers wächst. Hierbei sind E_d und E_z die für denselben Betonquerschnitt konstant anzunehmenden Elastizitätsmodulen auf Druck und Zug.

Das Trägheitsmoment des Betonbalkens hat die Form:

$$J_n = J_0 + F_z^2 + (n-1)\, [J_d + F_d \,.\, z_d^2].$$

Hierbei ist: J_n das Trägheitsmoment für einen bestimmten Wert von n.

J_0 das Trägheitsmoment des Querschnittes in bezug auf seine Schwerpunktsachse,
F der Querschnitt,
z der Abstand des Schwerpunktes von der Nullinie,
J_d das Trägheitsmoment der Druckzone F_d in bezug auf die eigene Schwerpunktsachse,
z_d der Abstand des Schwerpunktes der Druckzone von der Nullinie.

Der Ausdruck J_n lässt sich mit Hilfe von Kraft und Seileck graphisch konstruieren (Fig. 2).

Man setzt die Flächenteile $F_1 \ldots$ bis F_n als Kräfte aneinander und zeichnet mit Hilfe des Poles 0 im beliebigen Abstand H vom Kräftezug, Kraft- und Seileck. Hierauf reiht man an den Kräftezug in *entgegengesetzter Reihenfolge*, die mit $(n-1)$ multiplizierten Kraftgrössen: $(n-1)\ F_n$, $(n-1)\ F_{n-1}$ usw. an und verzeichnet mit demselben Pol O ein zweites Kraft- und Seileck im Anschluss an das erste.

Die neue entstehende Seillinie wollen wir der Kürze halber die D-Linie nennen. Dieselbe schneidet die Verlängerung von $B\,C$ im Punkte E.

Wendet man die oben angegebenen Sätze aus der graphischen Statik auf die Figur 2 an, so ergeben sich folgende wichtigen Schlüsse:

1. Der Schwerpunkt des Querschnittes liegt auf der Parallelen zu den Kräften durch C.

2) Die Nullinie des Querschnittes ist eine Parallele durch E. Oberhalb dieser Parallelen liegt die Druckzone.

3) Das Trägheitsmoment des Querschnittes in bezug auf die Nullinie ist:

$$J_n = 2\,H\,(F_1 + F_2 + F_3) = 2\,H\,.\,F$$

und zwar ist:

$$2\,H\,F_1 = J_0$$
$$F\,.\,z^2 = 2\,H\,.\,F_2$$
$$(n-1)\,[J_d + F_d\,.\,z_d^2]\,d\,.\,z_d = 2\,H\,.\,F_3.$$

Das Trägheitsmoment in bezug auf die zur Schwerpunktsachse parallele Achse y-y ist:

$$J_y = J_n + 2\,H\,.\,F_4$$

4. Das statische Moment des Betonquerschnittes in bezug auf dieselbe Achse ist:

$$S = H\,.\,y_1 + H\,.\,y_2$$
$$= H\,(y_1 + y_2) = H\,.\,y.$$

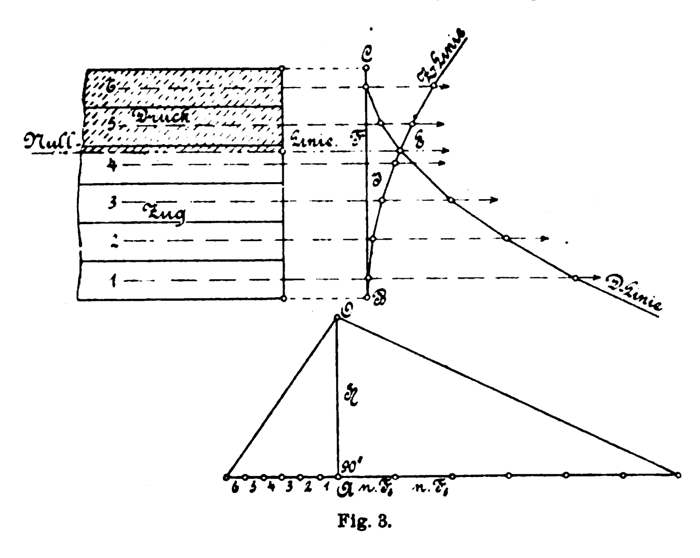


Fig. 3.

Hierbei ist $H\,y_1$ das statische Moment der Fläche F in bezug auf die y-y Achse, und $H\,y_2$ dasjenige der Druckzone in bezug auf dieselbe Achse. Rückt die Achse über den Schwerpunkt nach oben, so haben beide Beträge entgegengesetztes Vorzeichen.

In bezug auf die Nullinie sind beide Werte entgegengesetzt gleich, nämlich gleich $H\,.\,G\,E$. Dieselben heben sich gegenseitig auf.

Es ist also

$$H\,.\,G\,E = F\,.\,z = (n-1)\ S_d$$

und
$$z = \frac{(n-1)\ S_d}{F}$$

wenn S_d das statische Moment der Druckzone in bezug auf die Nullinie ist. Dieser Wert wurde früher durch Rechnung bestimmt.

5. Bei Steigerung der Beanspruchung wächst n. Infolge dessen muss die D-Linie flacher werden, der Schnittpunkt E rückt höher. Die Nullinie rückt bei steigender Beanspruchung nach der Druckseite hin und die Druckzone verkleinert sich.

Wenn auch die angewendete Darstellungsweise den Anteil der einzelnen Beträge am Trägheitsmoment erkennen lässt, so empfiehlt sich für die Praxis eine Aenderung des Verfahrens durch Verschiebung des Poles O und Aenderung des Kräftezuges.

Man wählt als Ausgangspunkt zweier Kräftezüge den Punkt A und senkrecht darüber den Pol O im Abstand H. (s. Fig. 3).

Von A aus trägt man auf der einen Seite die Kräfte F_1, F_2, F_3 usw., und auf der anderen Seite die Kräfte $n\,F_n$, $n\,F_{n-1}$, $n\,F_{n-2}$, also mit dem n fachen Werte an und verzeichnet mit Hilfe des Poles O zwei Seilecke und zwei Kraftecke.

Hierdurch erhält man die D-Linie als Seileck für die Druckzone und die Z-Linie als Seileck für die Zugzone.

Beide Linien schneiden sich im Punkte E.

Man erkennt sofort folgendes:

1. Durch Punkt E geht die Nullinie des Querschnittes.
2. Das Trägheitsmoment in bezug auf die Nullinie ist

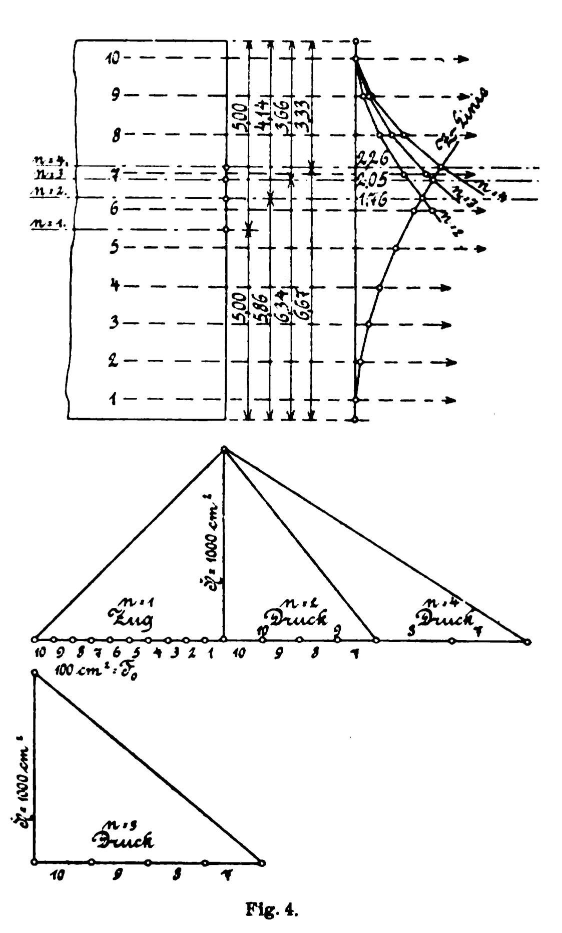


Fig. 4.

$$J_n = 2\,H\,.\,F.$$

F ist der Flächeninhalt der Figur $B\,E\,C$.

Ist der Betonquerschnitt rechteckig, so sind D-Linie und Z-Linie Parabeln mit den Scheiteln in B und C und das Trägheitsmoment bestimmt sich sehr einfach zu:

$$J_n = 2\,H\,.\left(\frac{1}{3}\,.\,B\,F\,.\,E\,F + \frac{1}{3}\,.\,C\,F\,.\,E\,F\right)$$
$$= \frac{2}{3}\,.\,H\,.\,\overline{BC}\,.\,\overline{EF}.$$

Die Widerstandsmomente für die äussersten Fasern ergeben sich zu:

$$W_z = \frac{J}{B\,F} = \frac{2}{3}\,.\,\frac{H\,.\,\overline{BC}\,.\,\overline{EF}}{\overline{BF}} \text{ Zug}$$

$$\text{und } W_d = \frac{2}{3\,n}\,.\,\frac{H\,.\,\overline{BC}\,.\,\overline{EF}}{\overline{CF}} \text{ Druck.}$$

Beispiele:

1. Für ein Rechteck von 10 cm Höhe und 100 cm Breite sind Nullinie, Trägheitsmoment; und die Widerstands-

momente zu bestimmen für die Zustände $n = 2$, 3 und 4. (Fig. 4).

Nach der in Fig. 3 dargestellten Methode sind eine Z-Linie und 3 D-Linien gezeichnet; mit einem Polabstand $H = 1000$ qcm. Es ergibt sich für

$n = 2$.

$$e_d = 4{,}14,\ e_z = 5{,}86,\ J = 2\ .\ 1000\ .\ \frac{1}{3}\ .\ 10\ .\ 1{,}76$$
$$= 11\,655 \text{ cm}^4.$$

$$W_z = \frac{J}{e_z} = \frac{11\,655}{5{,}86} = 1989 \text{ cm}^3 \text{ und } W_d = \frac{J}{n\ .\ e_d}$$
$$= \frac{11\,655}{2\ .\ 4{,}14} = 1408 \text{ cm}^3.$$

Da für $n = 1$, $W_z = W_d = \dfrac{100\ .\ 10^2}{6} = 1666 \text{ cm}^3$ ist,

Mit den durch Rechnung in D. p. J., 1902, **317**, 725, festgestellten zeigt sich eine sehr befriedigende Uebereinstimmung.

2. Für einen Plattenbalken mit den Abmessungen der Figur 5 werden Nullinie, Trägheitsmoment und die Widerstandsmomente gesucht für den Zustand $n = 3$.

Aus Figur 5 ergibt sich ohne weiteres die Konstruktion. Es ist wieder $H = 1000$ qcm gewählt.

Die D-Linie ist eine Parabel, die Z-Linie setzt sich aus 2 Parabelstücken zusammen, weil die Nullinie schon im Plattenteil liegt.

Der Beitrag der Druckzone zur J-Fläche ist nach der Parabelformel berechnet, der Beitrag der Zugzone nach der *Simpson*schen Regel.

$$F = \frac{h}{3}\,[y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + \ldots\ldots + 4y_{n-1} + J_n]$$

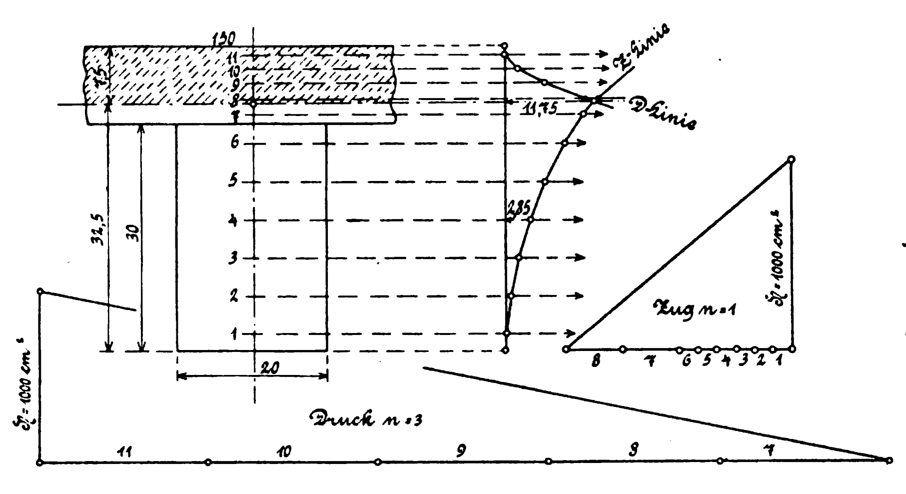


Fig. 5.

so ist $\dfrac{W_z}{W} = \dfrac{1989}{1666} = 1{,}19$ und $\dfrac{W_d}{W} = \dfrac{1408}{1666} = 0{,}84$.

$n = 3$. $e_d = 3{,}66,\ e_z = 6{,}34.\quad J = 2\ .\ 1000\ .\ \frac{1}{3}\ .\ 10\ .\ 2{,}04$

$$= 13\,586 \text{ cm}^4.$$

$$W_z = \frac{13\,586}{6{,}34} = 2143 \text{ cm}^3 \text{ und } W_d = \frac{13\,586}{3\ .\ 3{,}66} = 1237 \text{ cm}^3.$$

Es ist also

$$\frac{W_z}{W} = \frac{2143}{1666} = 1{,}29 \text{ und } \frac{W_d}{W} = \frac{1937}{1666} = 0{,}74.$$

$n = 4$. $e_d = 3{,}33,\ e_z = 6{,}67.\quad J = 2\ .\ 1000\ .\ \frac{1}{3}\ .\ 10\ .\ 2{,}26$

$$= 14\,985 \text{ cm}^4.$$

$$W_z = \frac{14\,985}{6{,}67} = 2248 \text{ cm}^3 \text{ . und } W_d = \frac{14\,985}{4\ .\ 3{,}33} = 1124 \text{ cm}^3,$$

es ist also

$$\frac{W_z}{W} = \frac{2248}{1666} = 1{,}34 \text{ und } \frac{W_d}{W} = \frac{1124}{1666} = 0{,}67.$$

dieselbe lautet, für $h = \dfrac{1}{2}\,H$, also wenn die Höhe der Fläche halbiert ist:

$$F = \frac{H}{6}\,[y_0 + 4y_m + y_1]$$

hierbei ist y_0 Anfangs -, y_m Mittel- und y_1 Endordinate.

Hier ist $y_0 = 0$, folglich ist mit $H = 32{,}5$, $y_m = 2{,}85$, $y_1 = 11{,}75$ die ganze J-Fläche:

$$F = \frac{1}{3}\ .\ 7{,}5\ .\ 11{,}75 + \frac{32{,}5}{6}\,[4\ .\ 2{,}85 + 11{,}75]$$
$$= 29{,}375 + 125{,}396$$
$$= 154{,}771 \text{ cm}^2$$

und $J = 2\,H\ .\ F = 2\ .\ 1000\ .\ 154{,}771 = 309\,542 \text{ cm}^4$.

Nunmehr ist:

$$W_z = \frac{J}{e_z} = \frac{J}{32{,}5} = \frac{309\,542}{32{,}5} \text{ cm}^3$$
$$= 9\,524 \text{ cm}^3$$

und

$$W_d = \frac{J}{n\ .\ e_d} = \frac{309\,542}{3\ .\ 7{,}5} = \frac{309\,542}{22{,}5}$$
$$= 13\,757 \text{ cm}^3.$$

(Schluss folgt.)

Die Wärmekraftmaschine als Stossgetriebe.

Von **Rudolf Mewes** in Berlin.

Vor der Begründung der mechanischen Wärmetheorie durch *Robert Mayer* wurden die Maschinen nach rein mechanischen Gesichtspunkten als mechanische Getriebe (Mechanismen) behandelt, bei welchen physikalische Gesichtspunkte überhaupt nicht in Frage kamen; dagegen in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts wurde im Anschluss an die von *Mayer* gefundene Grössenbeziehung zwischen Wärme und mechanischer Arbeit eine auf rein physikalischer Grundlage beruhende analytische Theorie der Wärmekraftmaschinen, der Dampf- und Verbrennungskraftmaschinen, entwickelt, und so der innere Zusammenhang, welcher bisher zwischen den Wärmekraftmaschinen (Dampfmaschinen) und den durch Wasser- und Windkraft betriebenen Maschinen bestanden hatte, gelockert, ja schliesslich ganz gelöst.

Allerdings haben gerade die Arbeiten von *Clausius* den Zusammenhang zwischen diesen beiden Gebieten durch

Schaffung einer auf den Gesetzen des Stosses beruhenden kinetischen Gastheorie zu bewahren gesucht; allein diese neu begründete Theorie der Gase stellte an die mathematische Vorbildung so hohe Ansprüche, dass nur wenige Ingenieure die Zeit zum Studium dieser höchst interessanten Theorien erübrigen konnten. Die Folge davon war, dass fast allein die Physiker dies Sondergebiet weiter bearbeiteten und so sich eine Art scholastischer Gastheorie entwickelte, welche den Zusammenhang mit der praktischen Ingenieurkunst und der Beobachtung verloren hat.

Zweck der nachfolgenden Ausführungen ist nun, diesen Zusammenhang ohne Bezugnahme auf die Gastheorie nur mit Benutzung der allbekannten Stossgesetze klarzulegen und so auf die Bedeutung einer einheitlichen, rein mechanischen Behandlungsweise unserer Arbeitsmaschinen oder Maschinen für das Verständnis und die Erklärung ihres Wirkens hinzuweisen.

Der Boden für eine derartige umfassende Behandlung einer Theorie der Arbeitsgetriebe ist durch zwei klassische Werke, nämlich die den klassischen Arbeiten eines *Poinsot* und *Poisson* sich ebenbürtig anreihende „Theorie der Bewegung und der Kräfte“ von *Dr. Wilhelm Schell* und die *Poncelets* Arbeiten kongeniale „Grundlage der Getriebelehre“ von *Joh. Torka*, bereitet worden; insbesondere enthält das *Schell*sche Werk einen Ansatz zur Lösung dieses Problems, der hier zur Einführung in das zu behandelnde Thema wiedergegeben werden mag, während das *Torka*sche Werk sich lediglich auf die mathematische Behandlung der mathematischen Getriebe beschränkt und auf die besonderen Gesetze, welche bei der Verkörperung der mathematischen Getriebe in Frage kommen, infolge seines rein analylisch-geometrischen Charakters gar nicht eingeht. Mit Recht sagt *Schell*, dass in derartigen Entwicklungen von Ueberschwenglichkeiten beim Begriff der lebendigen Kraft nichts zu finden ist, sondern die Darstellung, wie es der theoretischen Mechanik ziemt, eine Nüchternheit sich geltend mache, die in der Physik bei weitem noch nicht allgemein ist.

Schell bringt, nachdem er das Prinzip der lebendigen Kräfte auf die Stossgesetze angewandt hat, als weitere Anwendung desselben Prinzips eine sich darauf stützende Untersuchung über die Wirkungsweise der Kräfte an einer Maschine und über deren Gang. Nach ihm ist eine Maschine ein System, an welchem Kräfte wirken mit Bedingungen, welche als von der Zeit unabhängig angesehen werden, wie ja auch *Torka* die Ortsänderungen in der Geometrie der Bewegung grundsätzlich als von der Zeit unabhängig betrachtet. Daher gilt für den Arbeitsgang der Maschine der Satz, dass beim Uebergange des Systems aus einer ersten Lage in eine zweite die Aenderung der halben lebendigen Kraft gleich der Differenz der Werte ist, welche die Kräftefunktion für diese Lagen annimmt, oder die Gleichung

$$\frac{1}{2} \Sigma m_i v_i^2 - \frac{1}{2} \Sigma m_i v_0^{(i)2} = T - T_0 \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wenn auch wegen Reibungen usw. eine Kräftefunktion nicht existiert. Die Maschinen gestatten aber nicht beliebige virtuelle Verschiebungen, sondern in der Regel nur eine, aber meistens in doppeltem Sinne (vorwärts und rückwärts); es ist daher die Bewegung aller Systempunkte bestimmt, sobald die eines derselben bekannt ist, daher wird auch nur eine einzige Gleichung zur Bestimmung der Bewegung der Maschine erfordert, und hierzu kann die Gleichung der lebendigen Kraft benutzt werden.

Die Kräfte, welche an einer Maschine wirken, sind doppelter Art, erstens solche, welche eine positive Elementararbeit leisten, indem sie die Punkte, an welchen sie angreifen, beschleunigen und mit der Richtung der Wegelemente derselben spitze Winkel bilden; sie heissen Motoren und sind z. B. die Dampfkraft, Wasserdruck, Wärme, Elektrizität, der Wind, die Schwere, die Elastizität, die Muskelkraft der Menschen und Tiere usw. Die Motoren wirken auf einen besonderen Maschinenbestandteil, welcher der Rezeptor genannt wird, bei einer Wassermühle sind es die Schaufeln, bei einer Dampfmaschine die Kolben, bei vielen einfacheren ist es ein Handgriff oder ein Fusstritt usw. Die zweite Art der Kräfte sind solche, deren Arbeit negativ ist, indem ihre Angriffspunkte zurückweichen und sie mit den Wegelementen derselben stumpfe Winkel bilden. Diese Kräfte heissen Widerstände; sie werden geleistet von den Körpern, welche mit Hilfe der Wirkung der Motoren durch die Maschine umgeformt werden sollen, oder werden zum Teil durch die Berührung der Maschinenteile untereinander oder mit der umgebenden Luft usw. erregt. Der Maschinenteil, welcher mit dem zu deformierenden Körpern in Berührung kommt, an welchem also die erstgenannten Widerstände angreifen, heisst das Werkzeug oder bei grösserem Umfange der Maschine die Arbeitsmaschine, und besteht oft selbst aus einem ganzen System von Arbeitsmaschinen.

Die Arbeit der Motoren heisst nach *Schell* a. a. O., S. 907, die bewegende Arbeit, die Arbeit der Widerstände die widerstehende Arbeit. Die Bestimmung der Maschine selbst ist die, die Motoren und Widerstände überhaupt in Verbindung zu setzen oder wie man sich ausdrückt, die Arbeit der Motoren zu übertragen. Der Maschinenteil, welcher zu diesem Ende den Rezeptor mit der Arbeitsmaschine verbindet, heisst die Transmission der Maschine. Die vorstehende von *Schell* gegebene Definition einer Maschine ist sowohl vom technisch-wissenschaftlichen, als auch vom technisch-patentrechtlichen Standpunkte aus von hohem Werte und verdient ausserdem noch gerade darum allseitige Aufmerksamkeit, weil sie die Antriebs- und Arbeitsmaschinen verschiedenster Art einheitlich vom Prinzip der lebendigen Kraft aus theoretisch-mechanisch zu behandeln bezw. zusammenzufassen erlaubt.

Schell führt dies in folgender Weise durch: „Bezeichnen wir die bewegende Arbeit, die während des Laufes der Maschine geleistet wird, indem die Geschwindigkeiten $v_o^{(i)}$ in v_i übergehen, mit Tm und die gleichzeitig geleistete Arbeit der Widerstände mit $-Tr$, so ist $T - To = Tm - Tr$ und kann die Gleichung der lebendigen Kraft geschrieben werden

$$\frac{1}{2} \Sigma m_1 v_i^2 - \frac{1}{2} \Sigma m_i v_0^{(i)2} = Tm - Tr \quad . \quad . \quad (2)$$

Wir wollen jetzt verschiedene Annahmen über den Gang der Maschine machen und zusehen, wie sich hierbei die Arbeiten der Motoren und Widerstände verhalten. Es sei von einem gewissen Zeitpunkte an die Bewegung der Maschine gleichförmig und die Geschwindigkeiten v_i also konstant gleich $v_0^{(i)}$; dann ist die linke Seite der Gleichung Null und folglich $Tm = Tr$, es nimmt also während dieses Intervalls die Arbeit der Motoren und Widerstände um dieselbe Grösse zu oder es wird die Arbeit der Motoren aufgebraucht, um eine gleich grosse Arbeit der Widerstände zu tilgen. Umgekehrt ergibt sich, dass, solange $Tm = Tr$ bleibt, die Bewegung der Maschine gleichförmig bleibt, weder beschleunigt noch verzögert wird. Denn man kann vermöge des bekannten Zusammenhanges der Systempunkte alle Geschwindigkeiten auf der linken Seite der Gleichung durch eine von ihnen ausdrücken, und diese muss folglich konstant bleiben, wenn die linke Seite der Gleichung auf dem Werte Null erhalten werden soll; was aber von ihr gilt, gilt von jeder anderen. Wird der Gang der Maschine innerhalb eines Zeitintervalles beschleunigt, so wächst die linke Seite der Gleichung, also muss während desselben $Tm > Tr$ sein und umgekehrt; einem Ueberschuss der Arbeit der Motoren über die der Widerstände entspricht notwendig eine Zunahme der Geschwindigkeit. Ebenso entspricht einer Verlangsamung der Bewegung ein Ueberschuss von Tr über Tm und umgekehrt. Aus dieser Wechselbeziehung zwischen dem Gange der Maschine und der Arbeit der Motoren und Widerstände ergibt sich, dass, wenn die Arbeit der Motoren sämtlich auf die Tilgung der Arbeit der Widerstände verwandt werden soll, man die Maschine in gleichförmiger Bewegung erhalten muss, dass jeder Ueberschuss von Arbeit der Motoren, der nicht auf die Tilgung eines entsprechenden Aequivalentes von Arbeit der Widerstände verwandt wird, eine Beschleunigung der Bewegung der Maschine (Vermehrung der lebendigen Kraft) und jeder Defekt von Arbeit der Motoren eine Verlangsamung (Abnahme der lebendigen Kraft) zur notwendigen Folge hat. Man sieht hieraus, in welchem Sinne die Redensart gemeint ist, wenn man sagt, die Maschine verhalte sich wie ein Reservoir, in welches Arbeit der Motoren eintritt und unter der Form von lebendiger Kraft wieder ausgegeben wird.

Nicht immer aber ist es möglich, den Gang der Maschine

so gleichförmig zu erhalten, dass in jedem Zeitelemente die Arbeit der Motoren die Arbeit der Widerstände tilgt; ist dieser ideale Zustand nicht herbeizuführen, so sucht man eine periodische Bewegung der Maschine zu erreichen. Es tilgen sich dann wenigstens in jeder Periode für sich die beiderlei Arbeiten; denn zu Anfang und zu Ende der Periode haben die Geschwindigkeiten dieselben Werte, also ist die linke Seite der Gleichung, wenn man sie auf die ganze Periode bezieht, Null und folglich während derselben im Ganzen $Tm = Tr$. Dass ein gleichförmiger oder ein periodischer Gang der Maschine mit möglichst kurzer Periode wünschenswert ist, liegt am Tage. Denn durch die Tilgung der Arbeit der Widerstände wird ein Fabrikat geliefert, dessen Erzeugung der Zweck der Anwendung der Maschine ist; die Beschleunigung der Bewegung hat daher keinen Nutzen, vielmehr muss die Arbeit der Motoren vollständig dem Zwecke entsprechend ausgebildet werden. Andererseits hat der gleichförmige Gang der Maschine auf die gleichmässige Beschaffenheit und damit auf den Wert des Fabrikates Einfluss.

Beziehen wir jetzt die Gleichung der lebendigen Kraft auf den ganzen Zeitraum vom Anfang der Bewegung der Maschine bis zum Stillstand derselben. Anfangs sind alle Geschwindigkeiten Null, am Ende auch, mithin ist die linke Seite der Gleichung Null und daher $Tm = Tr$, d. h. während des ganzen Laufes der Maschine tilgen sich die Arbeiten beiderlei Kräfte vollständig; es wird nichts an Arbeit gewonnen, nichts verloren. Man kann den ganzen Lauf der Maschine in drei Epochen zerlegen: 1. den Anlauf, vom Beginn der Bewegung bis zu dem Momente, mit welchem eine gleichförmige oder eine periodische Bewegung eintritt, 2. den Mittellauf, die Zeit der gleichförmigen oder periodischen Bewegung, und 3. den Endlauf, die Zeit vom Schluss der letzteren Periode bis zum Stillstande. Während des Anlaufes wächst die lebendige Kraft von Null an und daher ist während dieses Zeitraumes in jedem Moment im Ganzen die Arbeit der Motoren grösser, als die der Widerstände, der Ueberschuss bringt die Maschine „in den Gang". Während des Mittellaufs ist in jedem Moment oder wenigstens für jede Periode die Arbeit der Motoren gleich der Arbeit der Widerstände; während des Endlaufes ist die linke Seite der Gleichung negativ, die lebendige Kraft nimmt bis Null ab und es geschieht dies in Folge des Nachlassens oder Aufhörens der Wirkung der Motoren.

Die Widerstände zerfallen in zwei Klassen: 1. solche, welche durch die Bestimmung der Maschine gegeben sind und herrühren von den umzuformenden Körpern, durch Tilgung von deren Arbeit das Fabrikat erzeugt wird; sie heissen nützliche Widerstände, ihre Arbeit sei Tu; 2. solche, welche infolge der Bewegung der Maschine rege werden, wie die Reibung, Luftwiderstand usw. und welche nichts gemein haben mit dem Fabrikate; sie heissen passive (schädliche) Widerstände, ihre Arbeit sei Ts. Die Gesamtarbeit Tr aller Widerstände zerfällt daher in zwei Teile und man hat $Tr = Tu + Ts$. Da nun die Arbeit der Motoren $Tm = Tr$ sein soll, so folgt, dass ein Teil der Arbeit der Motoren auf die Tilgung der Arbeit der passiven Widerstände verwandt werden muss und also für die Bestimmung der Maschine verloren geht. Daher muss man die passiven Widerstände soviel als möglich zu verkleinern suchen. Eine Maschine ist um so besser, je kleiner das Verhältnis $\frac{Ts}{Tm}$ und je grösser $\frac{Tu}{Tm}$ ist."

Die vorstehenden Ausführungen *Schells*, welche nach meinem Dafürhalten zu dem Besten und Wichtigsten gehören, was je über Wesen und Bedeutung der Maschinen geschrieben ist, führen zu dem höchst wertvollen Ergebnis, dass man auch ohne Bezugnahme auf die physikalischen Vorgänge, wie sie sich bei unseren gebräuchlichen Antriebsmaschinen abspielen und im Anschluss an die mechanische Wärmetheorie analytisch dargestellt werden, den Gang der Maschine aus rein mechanischen Prinzipien mit Hilfe des Satzes von der lebendigen Kraft theoretisch klarlegen kann, und im Schlusssatz auf eine Bemerkung über die Ermittlung des Wirkungsgrades bezw. der Güte der Maschine. Leider wird der damit angedeutete Weg nicht weiter verfolgt und zur Prüfung der denselben Gegenstand in anderer Weise behandelnden Grundformeln der mechanischen Wärmetheorie, was eigentlich nahe gelegen hätte, nicht benutzt, sondern es werden nur allgemeine Bemerkungen über die Vermeidung jeden Verlustes an lebendiger Kraft und über das Perpetuum Mobile und über das Gesetz von der Erhaltung der Kraft angeschlossen, die wohl den innigen Zusammenhang der vorstehenden Darlegungen mit der mechanischen Wärmetheorie ahnen lassen, aber nicht zum klaren Ausdruck bringen.

Bei Weiterverfolgung dieses an sich so einfachen Grundgedankens gelangt man fast direkt darauf, die Wirkung der Motoren in der Maschine lediglich als Stossarbeit anzusehen und daher von den Grundgesetzen des Stosses aus in ähnlicher Weise, wie dies *Schell* in seinen obigen Darlegungen vorbereitet hat, vor allen Dingen die für den Praktiker wichtigsten Endformeln über die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Motoren und Maschinen abzuleiten und mit den entsprechenden Endformeln der mechanischen Wärmetheorie für denselben Gegenstand zu vergleichen und so die Richtigkeit der beiden Entwicklungsmethoden sich wechselseitig stützen und verbürgen zu lassen. Die Lösung dieses Problems mit Hilfe der Analyse hat vorwiegend mathematisch-theoretisches Gepräge und muss an anderer Stelle gegeben werden; der Zweck des vorliegenden Abschnittes soll ja auch nur sein, die Aufmerksamkeit der Fachkreise auf diesen Punkt zu lenken und auch in der technischen Mechanik besser beschlagene Geister zur Behandlung des fraglichen Themas anzuregen, da meines Wissens dies bisher nirgends geschehen ist.

Dagegen soll hier noch vom Standpunkte des praktischen Maschinenbauers die Behandlung dieser Frage nach Art der Berechnung des Wirkungsgrades in der Hydraulik aus der Stosswirkung des Turbinenwassers durch Vergleichung des so erhaltenen Ergebnisses mit demjenigen der Thermodynamik in der Hauptsache kurz klargelegt werden. Hierzu eignet sich infolge der oben erwähnten Wechselbeziehung zwischen dem Gange der Maschine und der Arbeit der Motoren und Widerstände die gleichförmige Periode des Arbeitsganges der Maschine, in welcher in jedem Zeitelemente beziehungsweise bei periodischem Arbeiten der Maschine wenigstens in jeder Periode die Arbeit der Motoren die Arbeit der Widerstände tilgt. Da unsere sämtlichen Wärmekraftmaschinen periodischen Arbeitsgang besitzen, so braucht man, um die Grösse der von der Maschine überwundenen Widerstandsarbeit zu erhalten, nur den Ungleichförmigkeitsgrad jeder einzelnen Arbeitsperiode oder eines vollen Hubes zu kennen. Aus den gegebenen Massen der bewegten Teile des Kolbens, der Kurbel, des Schwungrades usw., sowie aus den Geschwindigkeiten dieser Massen erhält man die lebendige Kraft beim Maximum der Geschwindigkeit und beim Minimum derselben; die Differenz beider lebendiger Kräfte ist aber die Widerstandsarbeit bezw. die Nutzleistung der Maschine.

Der Wirkungsgrad ist demnach gleich dieser Differenz, dividiert durch die verbrauchte Wärme in mechanischem Mass.

In ganz ähnlicher Weise kann man aber auch die Differenz der lebendigen Kräfte der Kraftträger, Dampf, Explosionsgase, Druckwasser, Druckluft, vor dem Wirken auf den Rezeptor — Kolben, Turbine, Schaufel, Rad, Schraube, Mühle usw. — und nach dem Austritt aus demselben zur Beurteilung der Grösse der Arbeit benutzen, welche zur Ueberwindung der Widerstände verbraucht worden ist. Nach der oben abgeleiteten Grundgleichung des unelastischen Stosses ergibt sich diese Differenz leicht aus der Masse des wirksamen Kraftmessers und den Geschwindigkeiten, welche der Eintritts- und Austrittsspannung entsprechen. Der Quotient aus dieser Differenz und der verbrauchten Wärme in mechanischem Mass gibt ebenfalls den wirtschaftlichen Wirkungsgrad der Maschine.

Die dritte Art zur Ermittelung dieses Wertes, nämlich mittels der Grundgleichungen der Thermodynamik, ist die gebräuchlichste und infolge der glänzenden Entwickelung der mechanischen Wärmetheorie in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts auch die bekannteste. Indessen soll an dieser Stelle nicht unterlassen werden, wenigstens darauf hinzuweisen, dass sich zwei Methoden zur Ableitung des Wirkungsgrades der Wärmekraftmaschinen im Laufe der Zeit herausgebildet haben, welche zu stark von einander abweichenden Resultaten

führen. Die erste Methode zur Bestimmung des thermischen, indizierten Wirkungsgrades beruht auf dem ersten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, die zweite auf dem zweiten Hauptsatz und der daraus abgeleiteten *Carnot-Clausius*schen Formel.

Es kann an dieser Stelle aus gewissen Gründen nicht die Entscheidung gefällt werden, welche dieser beiden Methoden den Vorzug verdient, wenn schon meine Ansicht darüber bereits mehrfach in D. p. J. zu gunsten der ersteren ausgefallen ist; die endgiltige Entscheidung hierüber aber können die im Vorstehenden angeführten rein mechanischen Methoden darbieten, da ja in den benutzten Prinzipien der Mechanik nichts Hypothetisches enthalten ist, das zu Unklarheiten Anlass geben könnte.

Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 767 d. Bd.)

b) Verändern der Fahrgeschwindigkeit.

Seit langem ist man bestrebt, Vorkehrungen zu treffen, mit denen grössere Steigungen des Weges leichter als bisher überwunden werden sollen, so z. B. durch Einschalten kleiner Uebersetzungen oder durch Anordnung längerer Tretkurbeln. Letztere haben jedoch den Nachteil, dass besonders kleinere Personen bald ermüden. Dem abzuhelfen, wurden Tretkurbeln konstruiert, welche sich vermittelst Federn usw. verlängerten und verkürzten; doch haben sich diese Vorrichtungen im Gebrauch nicht bewährt.

Nach langjährigen Versuchen ist es nun *F. König* in Hildesheim gelungen, eine Tretkurbel herzustellen, die obigen Anforderungen entspricht. Diese Kurbel ist, wie Fig. 115 zeigt, an ihrem Ende zu einem Auge ausgebildet, das den Lagerring *a* aufnimmt. Letzterer bildet mit dem Auge das Kugellager, und wird mittels Konus und Gegenring in demselben festgehalten. Das Pedal hat eine feststehende Achse, und ist mit dem Ring verschraubt, sodass es sich, dem Drucke des Fusses folgend, samt dem Lagerring exzentrisch bewegt, und zwar den Hebel nach vorne verlängernd, und nach der entgegengesetzten Seite denselben verkürzend. Diese Exzenterkurbel misst oben 180, vorne bei der grössten Ausladung 210, unten senkrecht unter der Kurbelachse 180, hinten nach $^3/_4$ Umdrehung nur 150 mm, während die z. Zt. gebräuchliche 170 mm misst. Es wird demnach erreicht, dass die Kurbel an günstigster Stelle um 40 mm länger wird, also im Verhältnis zur festen Kurbel um etwa 25 v. H. Trotzdem ist der zurückgelegte Weg, den das Bein beschreibt, nicht grösser, als derjenige bei der gewöhnlichen Kurbel; das Gewicht des Beines wird deshalb mit weniger Kraftverlust gehoben, weil die hebende Kurbel 210, die gehobene 150 mm lang ist.

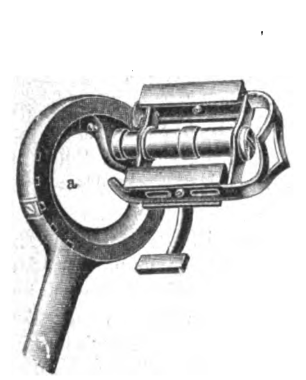


Fig. 115. Tretkurbel mit Pedal von König.

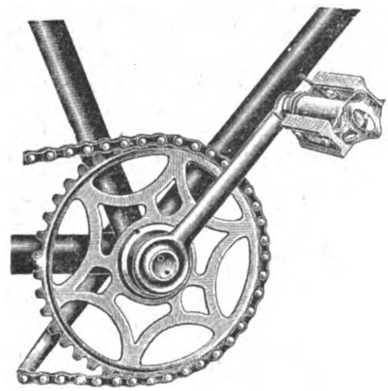


Fig. 116. Gewöhnliche Tretkurbel.

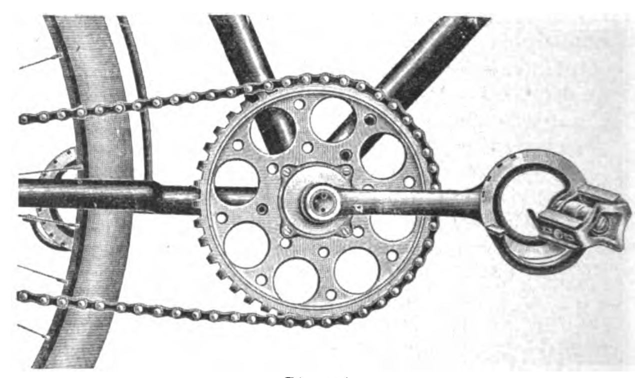


Fig. 118. Vordere wagerechte Stellung der Tretkurbel von König (grösste Ausladung).

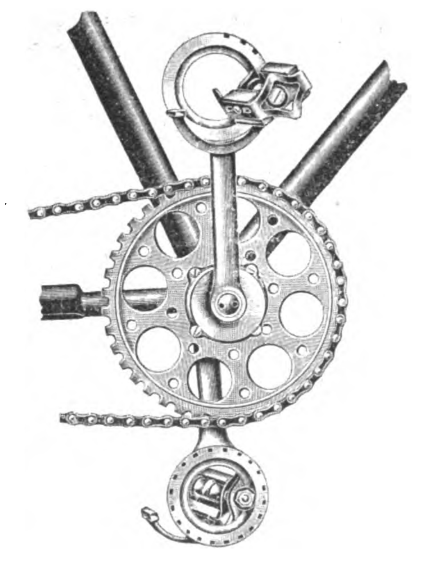


Fig. 117. Obere senkrechte Stellung der Kurbel von König.

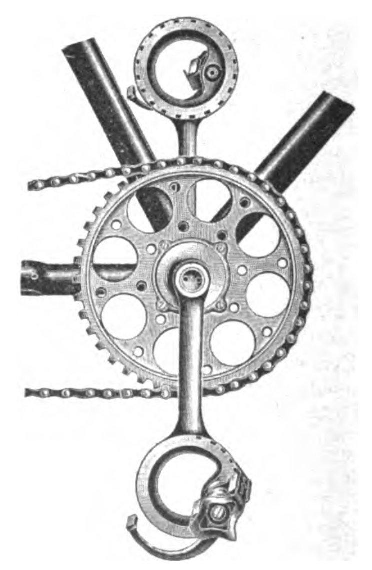


Fig. 119. Untere senkrechte Stellung der Tretkurbel von König.

Durch eine Stütze, welche sich hinten am Pedal befindet, wird erreicht, dass der Gegendruck zum vorderen Teil des Pedales geschaffen wird, welcher notwendig ist, um das Pedal bis auf die grösste Länge des Kurbelauges zu führen: die Kurbel bewegt sich vorwärts, das Pedal dagegen rückwärts.

Wie Fig. 116 zeigt, erfolgt der Antritt mit der gewöhn-

lichen Kurbel erst Mitte Steigrohr, mit der Steigkurbel aber bereits, wenn die Kurbel oben senkrecht über der Tretachse auf dem toten Punkt steht (Fig. 117). Mit der linken Kurbel kann ebenfalls noch getreten werden. Fig. 118 zeigt die rechte Kurbel an günstigster Stelle, wo die meiste Kraft ausgeübt wird, um 25 v. H. länger. Fig. 119 dagegen zeigt dieselbe in ihrer Stellung senkrecht unter der Tretachse auf dem toten Punkt. Trotzdem wird mit ihr noch Kraft ausgeübt und die entgegengesetzte Kurbel ist schon wieder im Antrieb, sodass die Arbeitsperiode $^3/_3$, bei den gewöhnlichen Kurbeln dagegen nur $^2/_3$ ist. Hat jetzt die Kurbel $^3/_4$ ihrer Umdrehung zurückgelegt, so ist, wie Fig. 120 zeigt, ihre Länge 150 mm (also am kürzesten). Auf diesem kurzen Arm ruht jetzt das Bein, welches gehoben werden muss, während der entgegengesetzte Kurbelarm, auf den das Bein Kraft ausübt, 210 mm misst.

Lecarme und *Michel* bringen in der rechten Tretkurbel eine Vorrichtung zum Aendern der Geschwindigkeit an. Zu diesem Zweck ist die Kurbel *f* nach Fig. 121 an ihrem hinteren Ende zu einem mit Innenverzahnung *g* versehenen Gehäuse *e* ausgebildet. Letzteres nimmt eine mit dem Kettenrad *a* fest verbundene Platte *b* auf, durch welche die Achsen *d* der drei Planetenrädchen *c* hindurchgehen. Diese Rädchen *c* greifen nun einerseits in die Zahnung *g*, andererseits in den losen, auf Kugeln gelagerten Zahnkranz *i*, der eine Verlängerung *j* trägt.

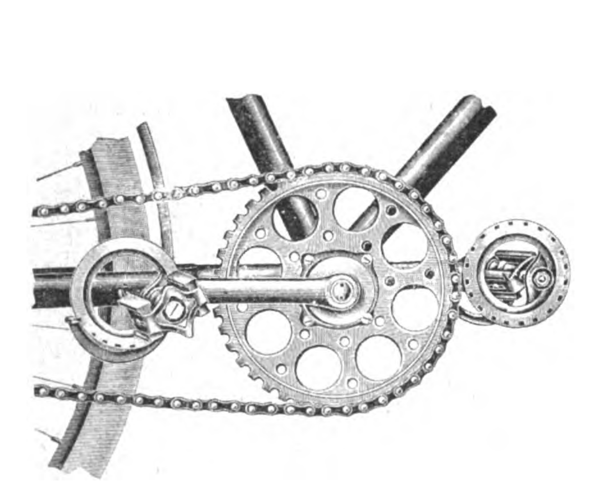


Fig. 120.
Hintere wagerechte Stellung der Tretkurbel von König (kleinste Ausladung).

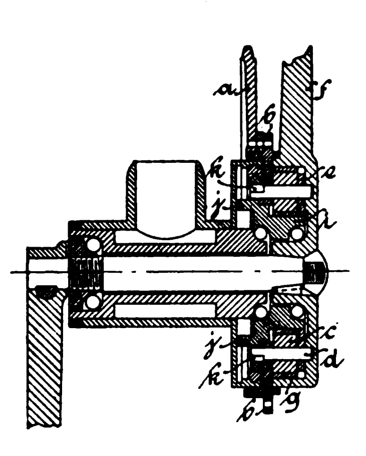


Fig. 121.
Vorrichtung zum Aendern der Fahrgeschwindigkeit am Tretkurbellager von Lecarme u. Michel.

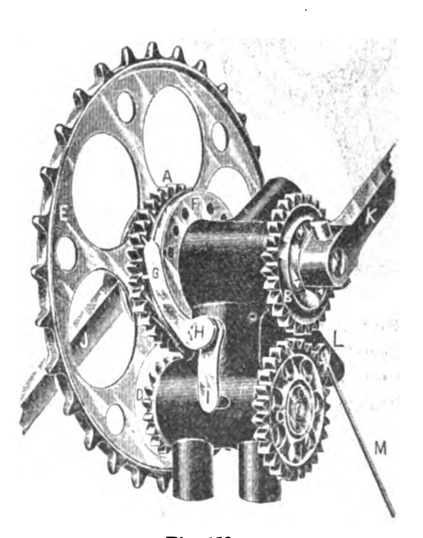


Fig. 122.
Vorrichtung zum Aendern der Geschwindigkeit am Tretkurbellager v. Lancelot u. Coste.

Zwecks Veränderung der Geschwindigkeit können die Achsen *d* mittels *k* erstens so nach rechts verschoben werden, dass die Verlängerungen derselben in entsprechende Löcher des Gehäuses *e* treten und so das Kettenrad *a* mit der Tretkurbel *f* kuppeln. Zweitens kann *k* nach links bewegt werden, wodurch die Achsen *d* aus den Löchern des Gehäuses *e* treten, und so das Kettenrad freigeben. Der Zahnkranz *i* läuft sich jetzt durch seine Verlängerung *j* fest, und die Planetenräder *c* rollen sich auf ihm ab, wodurch eine kleinere Geschwindigkeit als die beim gekuppelten Kettenrad entsteht.

Vollständig abweichend von dieser Anordnung ist die von *Lancelot* und *Coste*. Wie Fig. 122 zeigt, welche wir wie Fig. 121 aus „Le Génie Civil“ vom 21. März 1903 entnehmen, ist mit dem lose auf der Tretkurbelachse drehbaren Kettenrad *E* ein mit Stiften versehenes Zahnrad *A* fest verbunden, während neben diesem, eine mit Löchern versehene Scheibe *F* fest auf der Tretkurbelachse sitzt. Das andere Ende dieser Achse trägt ein zweites Zahnrad *B*.

Parallel hinter der erwähnten Achse ist eine zweite exzentrisch gelagert, und trägt die Zahnräder *D* und *C*. Die Betätigung geschieht folgendermassen:

In der gezeichneten Stellung sind die Räder *A*, *B*, *C* und *D* ausser Eingriff, während die Stifte von *A* in die Löcher der Scheibe *F* eingeführt sind, sodass das Kettenrad, wie beim gewöhnlichen Fahrrad ein Stück mit der Tretkurbelachse bildet. Das Umschalten auf die kleine Uebersetzung geschieht dadurch, dass durch das Stängchen *M* die exzentrische Achse so gedreht wird, dass ihre Zahnräder *D*, *C* mit denen *A*, *B* in Eingriff kommen, wobei gleichzeitig durch diese Achse der Kniehebel *G*, *H*, *J* betätigt wird, letzterer drängt die Scheibe *F* nach rechts und löst so die Stiftverbindung mit *A*. Das Kettenrad dreht sich jetzt frei auf seiner Achse und erhält seinen Antrieb durch die Zahnräder *B*, *C* und *D*.

So einfach dieses Getriebe ist, hat es doch den Nachteil, dass sich dessen Zahnräder gerade an der am meisten dem Staub ausgesetzten Stelle des Fahrrades befinden, wodurch ein grosser Teil der geleisteten Arbeit verloren geht. Jedenfalls müsste das ganze in einem dichten Kasten in Oel laufen.

Trotzdem die doppelte Uebersetzung schon einen grossen Fortschritt bedeutet, erwacht in jedem, welcher deren Vorzüge kennt, der Wunsch nach einer Dreifachen. Die Zweifache erfüllt wohl die beiden Extreme „Hoch und Nieder“, jedoch fehlt hier der Mittelweg. Aus diesem Grunde erscheint auch eine dreifache Uebersetzung — eine sehr hohe, eine sehr niedrige, und eine normale — als ein Bedürfnis.

Dieses ist nun durch das *Sturmey-Archer* Getriebe (Fig. 123) erfüllt; bei ihm werden die drei Stadien der Umschaltung mittels der *Bowden*-Uebertragung (s. D. p. J. S. 670 d. B.) während der Fahrt von der Lenkstange aus bewerkstelligt. Der Unterschied zwischen der grössten und geringsten Uebersetzung beträgt etwa 36 v. H. inbezug auf die grösste, oder etwa 56 v. H., wenn von der niedrigsten aufwärts gerechnet wird. Der Sprung von der höchsten zur

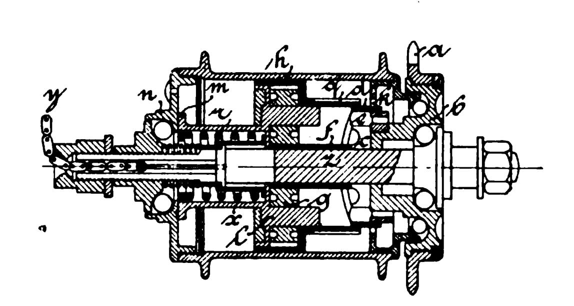


Fig. 123.
Vorrichtung zum Aendern der Geschwindigkeit am Hinterradlager von Sturmey-Archer.

mittleren beträgt etwa 20 v. H. Hier einige Beispiele der verschiedenen Uebersetzungen:

gering	mittel	gross
49,8	62,2	77,7
57,2	71,5	89,3
64,7	80,8	101,—

Erreicht wird die Veränderung dadurch, dass die Planetenräder g einerseits in die mit der Achse z verbundene Zahnung f, anderseits in die Innenzahnung h eingreifen. Das Kettenrad a ist mit dem Teil b und c, der in e Einrückungen trägt, verschraubt. In der gezeichneten Stellung des Antriebsmechanismus (nach „Le Génie Civil" vom 28. März 1903) sind die an der Hülse x sitzenden Planetenräderachsen l unter Spannung der Feder r durch Flansch m mit der Nabe n verkuppelt. Erfolgt jetzt der Antrieb, so nimmt das Kettenrad a, durch Vermittlung des Ansatzes d und Einrückungen e den Zahnkranz h mit, der nun seine Umdrehungen auf die Planetenräder g überträgt, und da deren Achsen l, wie erwähnt, mit der Nabe n gekuppelt sind, so drehen sich auch diese, und nehmen folglich die Nabe n mit. Diese dreht sich jedoch durch die Vermittlung des Planetengetriebes langsamer als das Kettenrad, wodurch die Uebersetzung verringert wird.

Beim Nachlassen des Kettchen y bewegt sich durch den Federdruck das innere Getriebe nach rechts, wodurch m und somit die Achsen l von der Nabe entkuppelt werden. Dagegen tritt jetzt der Teil q des Zahnkranzes in die Aussparungen k und kuppelt die Nabe mit dem Kettenrad; die Planetenräder sind jetzt ausser Tätigkeit.

Rückt nun das Getriebe in der Nabe noch mehr nach rechts, so legen sich die Achsen l in e, und die Nabe nimmt nicht mehr, wie in den beiden ersten Fällen, den Kranz h, sondern die Achsen l der Planetenräder g mit. Diese übertragen jetzt ihre Bewegungen auf den Kranz h, welcher dadurch schneller als die Nabe läuft, und dadurch die Uebersetzung der zweiten gegenüber erhöht. (Fortsetzung folgt).

Die Versuche von H. Th. Simon und M. Reich zur Erzeugung hochfrequenter Wechselströme und deren Verwertung zur drahtlosen Telegraphie.[1])

Sind auch durch die *Braun*sche Senderanordnung, bei welcher grosse Energiekapazität und daher schwache Dämpfung mit starker Ausstrahlung verbunden ist, ganz bedeutende Erfolge in bezug auf die Möglichkeit der Abstimmung zwischen Sender und Empfänger zweier funkentelegraphischer Stationen erzielt worden, so scheint bei diesen und sonstigen, auf gleicher Grundlage beruhenden Einrichtungen das Resonanzprinzip noch nicht voll verwertet. Alle bisher bekannten Sender vermögen zur Zeit keine, einer scharfen Resonanz fähige Strahlung zu liefern, weil die Zwischenpausen zwischen den einzelnen Funkenentladungen im Verhältnis zur Dauer der Ausstrahlung viel zu gross sind und die Sender daher, statt einer ununterbrochenen Reihe von Wellen, nur abwechselnde Züge gedämpfter Wellen zu entsenden vermögen. Das Streben zur Durchführung von Verbesserungen auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie muss daher in erster Reihe dahin gerichtet werden, ungedämpfte Wellen, d. h. hochfrequente Wechselströme zu erzeugen, weil nur hierdurch die Resonanz voll zur Wirkung gelangen kann, was wieder ermöglichen würde, die Uebertragungsentfernung zu vergrössern, hauptsächlich aber die Schärfe der Abstimmung wesentlich zu verstärken.

Von dieser Erkenntnis ausgehend, haben es die Herren *H. Th. Simon* und *M. Reich* unternommen, das Problem der Erzeugung solcher Schwingungen eingehend zu erforschen. Sie sind hierbei, wiewohl die Versuche noch nicht abgeschlossen sind, zu positiven Ergebnissen gelangt, auf die auch ein System der drahtlosen Telegraphie aufgebaut wurde, über dessen Einzelheiten jedoch zur Zeit noch nichts verlautbart ist.

Bei ihren Versuchen gingen die genannten Herren von dem *Duddell*schen Phänomen aus. Schliesst man, nach *Duddell*, an die beiden Elektroden eines Gleichstrom-Flammenbogens in Abzweigung einen Stromkreis an, der eine entsprechend bemessene Selbstinduktion und Kapazität enthält, so entstehen in diesem Zweige unter ganz bestimmten Betriebsbedingungen des Flammenbogens andauernde Wechselströme von nahezu sinusförmigem Verlaufe und einer Grundperiode von $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Hierbei wird der Gleichstrom selbsttätig in elektrische Schwingungen umgewandelt, was nur einer eigentümlichen Eigenschaft des vom Strome durchflossenen Gases zuzuschreiben ist.

Die entstehende Schwingungszahl lässt sich aber in dem tönenden Flammenbogen nicht über 20000 in der Sekunde steigern, und ist für die angestrebten Zwecke viel zu gering. Demnach musste versucht werden, diese Schwingungszahl entsprechend zu erhöhen und war für die Möglichkeit, dies zu erreichen, folgende Erwägung massgebend. Um einen Flammenbogen aufrecht zu erhalten, muss die die Elektroden trennende Strecke leitend sein. Diese Leitfähigkeit wird nun dadurch erzielt, dass sich unter der Einwirkung der Spannung Elektrodendampf bildet, welcher diese Strecke ausfüllt. Ist der Flammenbogen einmal eingeleitet, so bedarf es im allgemeinen nur der geringen Spannung von etwa 50 Volt, um ihn aufrecht zu erhalten. Sobald jedoch die Spannung an den Elektroden zu wirken aufhört, stellt sich, namentlich wenn Metallelektroden verwendet werden, sehr rasch der nichtleitende Zustand wieder her und bedarf es dann einer sehr hohen, die Betriebsspannung weit überschreitenden Spannung von vielen tausend Volt (Funkenpotentiale) um den Lichtbogen von neuem einzuleiten.

Wird nun (Fig. 1) eine Gleichstromquelle A von einer solchen Spannung, dass sie das Funkenpotential einer Funkenstrecke F erreicht, an diese Funkenstrecke, in deren Schwingungskreis eine Selbstinduktion L und eine Kapazität C eingeschaltet ist, in Parallelschaltung angelegt, so ladet sich zunächst C zum Potentiale D. Erst wenn dies erfolgt ist, wird der Lichtbogen bei F entstehen und sich sodann die Kapazität C durch den Schwingungskreis oszillatorisch entladen. Zu Beginn der Entladung unterstützt die Spannung von C die Spannung von D. Beim Zurückströmen des Entladungsstromes hingegen wirkt diese Spannung der Spannung von A entgegen und hebt sie am Ende dieser Periode für einen kurzen Zeitraum überhaupt auf. Dieser kurze Zeitraum genügt unter Umständen, die Leitfähigkeit der Funkenstrecke überhaupt zum Verschwinden zu bringen und wiederholt sich nun der gleiche Vorgang von neuem. Es wird in diesem Falle der Schwingungskreis von einem hochfrequentigen Wechselstrom der Grundgleichung $T = 2\pi\sqrt{LC}$ dauernd durchflossen. Die Zahl der Schwingungen, die hierbei entstehen, lässt sich jedoch nicht berechnen, sondern kann nur durch den Versuch festgestellt werden. Um sehr rasche Schwingungen zu erhalten, müsste jedoch ein Flammenbogen gefunden werden, dessen Leitfähigkeit sehr rasch verschwindet, wenn die Elektrodenspannung unter ein gewisses Mass sinkt. Als der geeignetste Flammenbogen hierfür erwies sich die *Arons*sche Quecksilberlampe in der Ausführung von *Cooper-Hewitt* mit angefügter Kühlkammer, durch welche der Gasdruck in der Röhre dauernd auf einen, von der Stromstärke und der Aussentemperatur abhängigen Wert einreguliert werden kann. Diese Lampe besitzt die erwünschte Eigenschaft im grossen Masse und hat ausserdem noch den Vorteil, dass das Entladungspotentiale sehr bedeutende Werte annimmt.

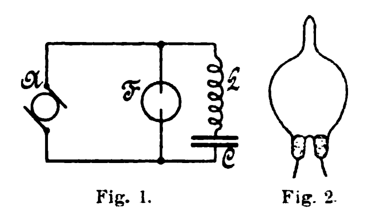


Fig. 1. Fig. 2.

Die ersten Versuche mit einer solchen, in Fig. 2 dargestellten Lampe, wurden in der Weise durchgeführt, dass die Spannung einer 3000 Volt Gleichstrommaschine an die Funkenstrecke angelegt und zu dieser eine veränderliche Selbstinduktion aus dickem Kupferdrahte, sowie eine Leidenerflasche als Kapazität, wie dies Fig. 1 zeigt, parallel zugeschaltet wurde. Die Spannung von 3000 Volt reichte jedoch nicht aus, um die Lampe zu zünden, weshalb zum Schütteln der Lampe Zuflucht genommen werden musste. Danach wurden an der Leidenerflasche für die Dauer einiger Sekunden die

[1]) Physikalische Zeitschrift 1 April 1903.

charakteristischen, züngelnden Büschel bemerkt, welche auf sehr schnelle Schwingungen in ihrem Kreise schliessen lassen. Zum Nachweis, dass wirkliche Schwingungen entstehen, wurde der Schwingungskreis mit einer *Seibt*schen Resonanzspule gekoppelt. Die primäre Selbstinduktion wurde hierbei unter Benutzung einer von einem Induktorium betriebenen Funkenstrecke so einreguliert, dass die *Seibt*sche Spule eine Viertelwelle aufnahm, was durch das Auftreten von Lichtbüscheln erkannt wird. Wurde nun an Stelle der Funkenstrecke wieder die mit 3000 Volt gespeiste Quecksilberlampe eingeschaltet, so erschienen kräftig leuchtende Lichtbüschel an der Spitze der Spule, welche so lange verblieben, bis der Flammenbogen ausgebildet war. Die Wellenlänge liess sich aus der Drahtlänge der Spule auf annähernd 1600 m schätzen, die Schwingungen hatten sonach eine Frequenz von annähernd 50000 in der Sekunde. Durch Aenderung des Produktes LC liessen sich Schwingungen bis zu 10^6 in der Sekunde nachweisen. Es gelang jedoch hierbei nicht, die Erscheinung dauernd aufrecht zu erhalten, was dem zugeschrieben wurde, dass Maschinenspannung und Leistung zu gering waren. Versuche, die gleiche Erscheinung mit einer gewöhnlichen Funkenstrecke und einer solchen in Oel zu erhalten, blieben erfolglos.

Bei einem folgenden Versuch, für den eine 5000 Voltmaschine mit einer Leistung von 3 Amp. in Verwendung genommen wurde, trat das beschriebene Phänomen wieder auf, aber auch nur für wenige Sekunden, wenn genügender Widerstand vor die Lampe geschaltet wurde.

Wurde die Lampe ohne Widerstand an die Maschine gelegt und die Spannung allmälich gesteigert, so war zwar die Zündung zu erreichen, nicht aber das Schwingungsphänomen, weil die Lampe als Kurzschluss wirkte und die Sicherungen durchbrannten. Es schien sonach auch bei diesen Versuchen die Spannung noch nicht ausreichend zu sein. Die *Hewitt*schen Versuche mit hochgespanntem Wechselstrome, bei welchen eine Unterbrecherwirkung, ähnlich wie bei den elektrolytischen Unterbrechern, beobachtet wurde, führten nun dahin, sich auch eines solchen Stromes zu bedienen und wurde zu diesem Zwecke ein *Klingelfuss*sches Induktorium von 40 cm Funkenlänge durch eine Wechselstrommaschine von 180 Volt erregt, und mit der Sekundärspule die Quecksilberlampe und das parallelgeschaltete Schwingungssystem verbunden. An das Schwingungssystem wurden zwei *Seibt*sche Spulen gekoppelt, um die Grössenordnung und Intensität der Schwingungen beobachten zu können. Wurde das Induktorium primär mit etwa 6 Amp. erregt und das *Seibt*sche System auf Resonanz einreguliert, so erschienen an den Enden der Spulen mächtige Büschelbäume, die einen Raum von 40—50 cm Durchmesser erfüllten.

Es schien, als ob hier das gesuchte Phänomen vorlag. Eine nähere Untersuchung lieferte jedoch ein ganz anderes Ergebnis. Zunächst wurde die Resonanzfähigkeit eines mit dem *Hewitt*schen Unterbrecher erregten *Braun*schen Systems geprüft, indem als Resonanzindikator ein *Riess-Braun*sches Thermometer in den Primärkreis des Empfangssystems geschaltet wurde. Die Resonanzwirkung trat hierbei allerdings sehr kräftig auf, erwies sich aber lange nicht so ausgeprägt, wie sie hätte sein müssen, wenn der Erreger ungedämpfte Wellenzüge ausgesendet hätte, da das schwachgedämpfte Empfangssystem eine beträchtliche Verstimmung vertrug, ohne die Resonanz zu verlieren.

Aus den Untersuchungen des Unterbrechungsvorganges in der Quecksilberlampe auf photographischem Wege ergab sich, dass innerhalb jedes Wechsels der Wechselstrommaschine stets eine Anzahl von Zündungen der Lampe auftrat, die durch relativ lange Pausen unterbrochen waren, in welchen die Lampe nicht brannte. Aus diesen Versuchen ging weiter hervor, dass der Vorgang bei dem *Hewitt*schen Unterbrecher sich genau in der Weise abspielt, wie bei jeder bisher zur Erregung von Schwingungen benutzten Vorrichtung und stellt demnach die Quecksilberlampe nichts anderes als eine Vakuumfunkenstrecke dar, wobei die mit ihrer Hilfe erregten Wellen ihrem Charakter nach ganz identisch mit den unter Anwendung einer gewöhnlichen Funkenstrecke erhaltenen Wellen sind. Trotzdem bietet diese Lampe eine Reihe von Vorteilen.

Diese Vorteile sind vor allem eine Folge des beträchtlich höheren Entladungspotentiales der Quecksilberlampe. Durch eine parallel geschaltete Funkenstrecke wurde dieses Potentiale in Uebereinstimmung mit *Hewitt* für eine Lampentype mit 14000 Volt ermittelt. Bei einer anderen Lampe, deren Vakuum sich im Laufe der Versuche stetig verbesserte, konnte sogar ein Entladungspotentiale von über 50000 Volt festgestellt werden. Die Quecksilberlampe gestattet ferner, im Gegensatze zu den gewöhnlichen Funkenstrecken, eine Steigerung des Entladungspotentiales, ohne eine gleichzeitige Steigerung der Schwingungsdämpfung zu bedingen, und ist man dadurch in der Lage, bedeutende grössere Energiemengen in die Schwingungen hineinzugeben.

Es ist ferner die Neigung dieser Funkenstrecke, unwirksam zu werden, viel geringer, als bei Funkenstrecken in der Luft, weil leitende Metallgase ihre Leitfähigkeit viel rascher verlieren, wenn die erregende Ursache aufhört, als die Luft. Ob die Entladung in dem Quecksilberbogen mit geringerer Dämpfung erfolgt, als in den gewöhnlichen Funkenstrecken, konnte nicht nachgewiesen werden, doch sprechen die Ergebnisse der Resonanzversuche nicht dafür.

Der Vorteil von Funkenstrecken im Vakuum ist nicht an die Quecksilberfunkenstrecke allein gebunden, sondern es muss jede metallische Funkenstrecke im Vakuum die gleiche, möglicherweise sogar noch grössere Vorteile aufweisen. Durchgeführte Versuche zeigten jedoch, dass solche Funkenstreken infolge des erhöhten Entladungspotentiales rasch unbrauchbar werden, weil die Metallelektroden einer sehr starken Zerstäubung unterliegen.

Weitere Erwägungen führten nun zu der Anschauung, dass auch eine Gleichstromquelle das vollkommen gleiche Phänomen liefern müsse, wenn man sie durch genügende Selbstinduktion an eine Leidenerflasche anlegt und der Flasche einen die Quecksilberlampe enthaltenden Entladungskreis parallel legt. Um dies nachzuweisen, wurde eine Quecksilberlampe mit geringerem Vakuum, welche schon bei 5000—6000 Volt zündete, hergestellt, und die bereits erwähnte 5000 Voltmaschine als Stromquelle benutzt, wobei die Sekundärspule des Induktoriums als Selbstinduktion in die Zuführung zu der Leidenerflasche eingeschaltet wurde. Die Lampe erregte in der Tat dauernd den Schwingungskreis und nahm die Anzahl der Zündungen, wie beim Wechselstromkreis mit der Spannung der Maschine zu. Wurde dann bei den Gleichstromversuchen die Lampe durch eine gewöhnliche Funkenstrecke ersetzt, so traten die Schwingungen im Augenblick der Zündungen sehr energisch auf, es entwickelte sich aber alsbald ein kontinuierlicher Lichtbogen.

Vergrössert man die Aufladezeiten, also die Pausen durch Vergrösserung der vorgeschalteten Selbstinduktion in ausreichendem Masse, so wurde bei diesen Funkenstrecken eine dauernde Entladung auch mit Gleichstrom erhalten. Hieraus ergibt sich, dass das Versagen der Funkenstrecken nur davon herrührt, dass die Pausen zwischen den einzelnen Zündungen nicht gross genug sind, um die Leitfähigkeit der Zwischenstrecke zum Verschwinden zu bringen.

Diese Vorgänge wurden nun auch einer analytischen Behandlung unterzogen, welche für das Endziel, worauf die Bemühungen gerichtet waren, nämlich dauernd ungedämpfte Schwingungen zu erzielen, exakte Gesichtspunkte lieferten.

Das Potentiale e zur Zeit t einer Leidenerflasche, an welche im Momente o eine Gleichspannungsquelle E angeschlossen wird, ist durch die Differentialgleichung bestimmt

$$\frac{d^2 e}{d t^2} + \frac{R}{L} \cdot \frac{d e}{d t} = \frac{e}{L C} = \frac{E}{L}$$

wobei R den Widerstand, L die Selbstinduktion der Zuleitung und C die Kapazität der angehängten Leidenerflaschen bedeuten.

Das Intergral dieser Gleichung ist mit Berücksichtigung der Grenzbedingungen

$$e = E - \frac{2 E \sqrt{LC}}{\sqrt{4 LC - R^2 C^2}} \cdot \varepsilon^{-\frac{R}{2L} t} \sin \left\{ \frac{\sqrt{4 LC - R^2 C^2}}{2 LC} t + \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{4 LC - R^2 C^2}}{RC} \right\}$$

(ε Exponentialfunktion).

In dem Untersuchungsfalle betrug

$L =$ 1000 Henry,
$R =$ 12000 Ohm und
$C = 0{,}004 . 10^{-6}$ Farad.

Es war demnach $R^2 C < 4 L$, woraus auf einen oszillatorischen Ladungsvorgang geschlossen werden konnte, was auch durch die oszillographische Beobachtung bestätigt wurde.

Da nnn $R C^2$ für den in Rede stehenden Fall gegen $4 L C$ zu vernachlässigen ist und die Phasenverschiebung mit $\frac{\pi}{2}$ angenommen werden kann, so erhält man für das vorliegende Beispiel

$$e = E \left\{ 1 - \varepsilon^{-\frac{R}{2L}} \frac{t}{\sqrt{LC}} \right\}$$

oder

$$e = E \left\{ 1 - \varepsilon^{-6t} \cos 0{,}5 \,.\, 10^3 \, t \right\}.$$

Fig. 3 zeigt den Verlauf der berechneten und beobachteten Ladungskurven in ihrem ersten Teile für verschiedene E an. Zieht man eine Parallele zur Abszisse mit

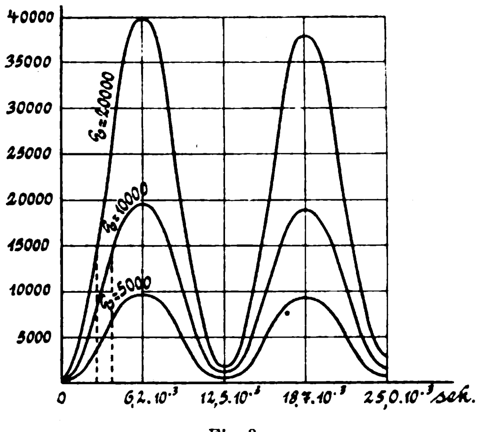


Fig. 3.

dem Werte des Entladungspotentiales, so wird durch den Schnittpunkt dieser Geraden mit den Kurven die Aufladungszeit bestimmt. Diese Zeiten betragen bei diesen Versuchen tausendstel von Sekunden. Wie sich aus den Kurven ersehen lässt, werden diese Zeiten um so geringer, je höher die Ladespannung getrieben wird. Da die Spannung bei Wechselstrom stetig steigt und fällt, werden die Zündungen zu Beginn des Ansteigens oder zu Ende des Abfallens viel seltener werden, als wenn die Spannung sich nahe dem Maximum befindet. Bei Gleichstrom ergibt sich hingegen eine völlige Uebereinstimmung der theoretischen und praktischen Zündungszeiten.

Die Schwingungszahl der nach der Zündung im Schwingungskreise verlaufenden gedämpften Schwingungen betrug etwa 10^5 bis 10^6 in der Sekunde. Diese Schwingungen klingen jedoch sehr schnell ab, wenn man ein *Braun*sches System damit betätigt, und kann angenommen werden, dass höchstens 10 Schwingungen erfolgen, bis das Potential so weit herabgesunken ist, dass die Leitfähigkeit des Flammenbogens nicht mehr bestehen kann. Es wird sich somit der Entladungsvorgang innerhalb eines Zeitraumes von 10^{-4} bis 10^{-5} Sekunden abspielen, welche Zeit gegen die Ladungszeit tatsächlich sehr klein ist.

Auf Grund dieser theoretischen Klarlegungen bietet es wohl wenig Schwierigkeiten, Wellenerreger auszubilden, die geradezu unbegrenzte Mengen von Strahlungsenergie in Form von Zügen gedämpfter Wellen rationell in den Raum zu entsenden gestatten. Durch geeignete Wahl der Konstanten des Systemes, sowie durch Vergrösserung der Betriebsspannung, können die Pausen zwischen den einzelnen Zündungen so verkürzt werden, dass sich schliesslich ein Wellenzug an den anderen anreihen muss. Die Vakuumfunkenstrecke, welche den Ausgangspunkt dieser Bestrebungen bilden wird, gestattet nicht nur die Entladungsspannung im Gegensatze zur Luftfunkenstrecke bedeutend zu steigern, sondern auch die Pausen zwischen den einzelnen Entladungen sehr klein zu gestalten. Dass hierbei Gleichstromquellen wirksamer sein müssen, ergibt sich aus den vorhergehenden Klarlegungen von selbst.

Da die Ladung der Kapazität periodisch erfolgt, wodurch im ersten Aste der Ladungskurve fast die doppelte Erregerspannung erreicht wird, braucht die normale Spannung der Maschine nicht einmal unter allen Umständen das Entladungspotential zu erreichen.

Es werden aber hierfür dennoch ganz gewaltige Maschinen erforderlich sein und lässt sich die Leistungsfähigkeit einer solchen Maschine, wenn man durch Abkürzung der Zündungszeiten zu einer ununterbrochenen Aufeinanderfolge der Wellenzüge gelangt, mit einigen Tausend PS einschätzen.

Aus den vorhergehend beschriebenen Versuchen erweist sich, dass das erstrebte Ziel, ungedämpfte elektrische Wellen von grosser Resonanzfähigkeit zu erzeugen, mit den bisherigen Anordnungen noch nicht erreicht ist. Es ergeben sich jedoch zwei Möglichkeiten, um dieses Ziel zu erreichen. Gelingt es, durch ein mit dem Wellenerreger gekoppeltes Ausstrahlungssystem der Oszillation so viel Energie zu entziehen, dass schon die zweite Schwingungsperiode auf eine verschwindende Amplitude gedämpft wird, so muss der geschilderte Vorgang in den Gesuchten übergehen, weil dann sofort eine neue Zündung entstehen müsste, und die Einzelimpulse aneinandergereiht, die Ausstrahlung dauernder, ungedämpfter elektrischer Wellen bedingen würde. Andererseits kann mit unsymetrischen Funkenstrecken, das sind solche, bei welchen die Zündung in dem einen Sinne eine grössere Spannung erfordert wie in dem anderen (Ventilwirkung,) möglicherweise der Ablauf der oszillatorischen Entladungen auf ein einziges Abströmen beschränkt werden. Legt man hierbei die Spannung so an, dass die Entladung der Kapazität mit der kleineren Spannung erfolgt, so muss sich folgender Vorgang abspielen:

Vorerst ladet sich die Kapazität auf, sodann entladet sich die Kapazität durch die Funkenstrecke und wird weiter durch das Rückströmen, die Kapazität umgeladen. Ein Rückströmen der Flaschenladung wird aber durch die Ventilwirkung unmöglich und muss daher der Ausgleich gegen die Stromquelle erfolgen, wodurch die Funkenstrecke nicht leiten wird. Dieser Vorgang wiederholt sich in ununterbrochener Reihenfolge und wäre demnach der Kapizitätskreis von einem hochfrequenten Wechselstrome dauernd durchflossen.

Die beiden Herren glauben nun, in einer unsymetrischen Quecksilberlampe ein entsprechendes Verhalten gefunden zu haben.

Durch diese Untersuchungen sind sehr wichtige Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung der Funkentelegraphie gewonnen und scheinen seitens der Verfasser auch bereits praktisch der Verwertung zugeführt zu sein, nachdem bereits ein diesbezügliches Patent zur Anmeldung gelangte.

Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie und der photochemischen Reproduktionsverfahren.

Von **J. M. Eder** und **E. Valenta**.

(Schluss von S. 750 d. Bd.)

Verwendung von Teerfarbstoffen als optische Sensibilisatoren, zu Farblacken für Druckfarben; Kopierverfahren, welche auf der Bildung von Teerfarben oder Fixierung derselben als Farblacke beruhen.

E. Valenta [107]) veröffentlicht *Untersuchungen über das Sensibilisierungsvermögen verschiedener Teerfarbstoffe für Gelatine- und Collodionbromsilberemulsionsplatten.*

Alizarinblau B Pulver, kräftiges, scharf abgegrenztes Band von B bis C $^1/_4$ D, Maximum bei C. Alizarinblauschwarz 3 B, Pulver, kräftig; Bänder bei E, B $^1/_2$ C und zwischen C und D. Benzoechtblau B N patentiert, ferner Benzoechtrot L, patentiert, Benzoechtscharlach G S und Rhodulinheliotrop gaben kein Resultat. Benzobraun R C, Band von B bis über D reichend; bei Collodionplatten undeutliches Band von D bis E. Benzobraun D 3 G extra; bei Collodionemulsion Band von C bis D. Benzochrombraun 5 G, verwaschenes Band bei D $^1/_3$ E. Benzoolive, zwei Bänder bei a und C $^1/_2$ D. Benzodunkelgrün B, Band von B bis e. Benzogrün G bei Collodionemulsionen Band mit dem Maximum B $^1/_2$ C.

Ein Farbstoff von vorzüglicher Wirkung, insbesondere bei Collodionemulsionen, ist das Thiazolgelb. Es gibt, in alkoholischer konzentrierter Lösung zur Emulsion gesetzt, nach dem Silbern der Platten Schichten von hoher Gelb- und Grünempfindlichkeit, welche bei längerer Exposition ein breites kräftiges Band von C $^3/_4$ D bis über F liefern. Auch für Trockenplatten eignet sich dieser Farbstoff gut, wenn die wässerige Lösung desselben ohne Ammoniak als Badeflüssigkeit angewendet wird. Man erhält mit solchen Badeplatten bei längerer Belichtung ein vollkommen geschlossenes Band, welches, hinter D beginnend, bis über h hinausreicht, was für manche Zwecke sehr erwünscht ist.

Aehnlich Thiazolgelb wirkt bei Trockenplatten das in dieselbe Gruppe gehörige Nitropheningelb. Dasselbe gibt ein völlig geschlossenes Band, welches vor D beginnt und vor h endigt.

Diazoechtschwarz 3 B, kräftig, Band von B bis D. Diazoechtschwarz B H X, undeutliches Maximum bei C $^1/_2$ D. Plutoschwarz C R, schwaches Band von B bis C $^4/_5$ D. Diamantschwarz F B patentiert, kräftiger Sensibilisator für Trockenplatten; Band von a bis C $^3/_4$ D mit dem Maximum B $^1/_2$ C. Die zuletzt genannten Farbstoffe wurden von *Bayer* in Elberfeld bezogen.

Weiter wurden untersucht: Naphtylblau (*Kalle*), Band von B bis D mit dem Maximum C $^1/_2$ D.

Kohlschwarz II (*Meister*, *Lucius* und *Brüning*), schmales Band unmittelbar an D anschliessend. Naphtylaminschwarz 4 B (*Cassella*), schwaches Band von a bis C $^1/_4$ D und ein zweites ebensolches von D $^1/_4$ E bis D $^3/_4$ E. Diamintiefschwarz S S (*Cassella*), kräftiges Band von a bis C $^3/_4$ D reichend, bei längerer Belichtung zweites, von C $^1/_4$ bis C $^3/_4$ D reichend. Die Marke A desselben Farbstoffes gibt bei kurzer Belichtung ein kräftiges Band von a bis C $^3/_4$ D, bei längerer ein zweites von D $^1/_3$ E bis D $^2/_3$ E, Maximum D $^1/_2$ E, während die Marke S O O nur das erstere Band von a bis C $^3/_4$ D gibt. Nerol (*Act.-Ges. A. F.*), schmales Band bei B $^1/_2$ C.

Lüppo-Cramer macht in der Photogr. Korresp. aufmerksam: „Während bei dem hochempfindlichen Bromsilber auch bei bestmöglicher Sensibilisierung die Blauwirkung immer noch so viel stärker ist, dass eine farbentonrichtige Aufnahme ohne Gelbfilter nicht zu ermöglichen ist, stellt sich bei der kornlosen Emulsion sehr leicht ein solches Ueberwiegen von Strahlen geringer Brechbarkeit (rot, gelb) ein, dass man oft versucht sein könnte, ein Blau- oder Grünfilter bei der Aufnahme einzuschalten“.

[107]) Photogr. Corresp. 1901.

Ueber *die Lichtechtheit von Farblacken* der Teerfarbstoffe und eine Methode zur Prüfung der letzteren auf Lichtechtheit veröffentlichte *E. Valenta* [108]) eine grössere Arbeit. Die zu prüfenden Farblacke wurden mit Firniss oder Gummiwasser angerieben, auf holzstoffreies Papier aufgetragen und die so erhaltenen, mit Farbe bedeckten Papierflächen dem Lichte zugleich mit einer Normalfarbe, auf welche die Resultate bezogen werden, ausgesetzt.

Die Bestimmung jener Farbmenge, welche von dem auf der bedruckten Fläche befindlichen, zur optischen Wirkung gelangenden Farbstoffquantum durch das Licht zerstört wurde, geschieht auf kolorimetrischem Wege und *Valenta* bedient sich hierzu eines *Stamer*schen Kolorimeters.

Man bringt auf jene Hälfte der Porzellanplatte (Reflektor), welche sich unter dem mit Luft gefüllten Beobachtungsrohre befindet, den bedruckten, vom Lichte nicht getroffenen Teil des Probestreifens und auf die andere Hälfte, welche unter dem Flüssigkeitsrohr des Apparates befindlich ist, ein Stück unbedruckten Papieres.

Nun bereitet man sich eine Farbstofflösung, deren Farbe jener des mit Farbstoff bedruckten Probestreifens entspricht, was bei der grossen Anzahl von Teerfarbstoffen, die uns heute zur Verfügung stehen, keine Schwierigkeiten macht (man kann auch zwei bis drei Farbstofflösungen mischen, bis der gewünschte Effekt erzielt wird) und füllt diese Lösung, welche so stark verdünnt sein soll, dass erst bei einer ca. 50 bis 80 mm hohen Schichte Farbengleichheit erreicht wird, in den für die Farbstofflösung bestimmten Zylinder, worauf man die Höhe der Flüssigkeitsschichte durch Heben der Röhre mittels der Schraube am Instrumente solange verändert, bis beide Hälften des Bildfeldes im Okulare gleich stark gefärbt erscheinen.

Nun liest man ab, bringt an Stelle des bedruckten unveränderten Streifens jenen, der dem Lichte ausgesetzt war, stellt abermals auf Farbengleichheit beider Gesichtsfeldhälften des Okulares ein und liest abermals ab.

Man erhält auf diese Weise zwei Zahlen; wir wollen sie mit A und B bezeichnen, Da die Menge des in einer Farbstofflösung enthaltenen färbenden Prinzipes der Höhe der Flüssigkeitsschichte proportional ist, entspricht die Höhe jener Flüssigkeitsschichte, welche nötig war, bei Benutzung des vom Lichte nicht veränderten Streifens, die Gleichfärbung beider Gesichtsfeldhälften des Okulares herbeizuführen, 100 v. H. Farbstoff.

Die Menge des vom Lichte zersetzten Farbstoffes ergibt sich daher aus der Proportion:

$$A : (A-B) = 100 : x$$

$$x = \frac{(A-B) \cdot 100}{A}$$

in Prozenten des ursprünglich auf der in Betracht kommenden Fläche vorhandenen Farbstoffes.

Verfasser untersuchte nach diesem Verfahren eine grosse Anzahl von Farblacken aus Teerfarbstoffen, deren Lichtechtheit, Verhalten beim Ausbleichen usw. in einer Anzahl Tabellen zusammengestellt wurde [109]). Gute lichtechte Farblacke ergaben von blauen Farbstoffen: Anthracenblau S W X (Farbenfabriken vorm. *Fr. Bayer & Co.* in Elberfeld), Methylenblau G (*Oehler*), Gallein, Brillantalizarinblau G (Farbenfabriken vorm. *Fr. Bayer & Co.* in Elberfeld), Wasserblau F B (Bad. Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh.), Echtblau (Bad. Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh.), ferner verschiedene Alkaliblau; von gelben Farbstoffen: Naphtolgelb, Diaminechtgelb A (*Cassella*), Mikadogoldgelb 8 G (*Mühlheim*), Curcumeïn (Aktienges. f. Anilinfabr. in Berlin), Walkgelb u. a.; von grünen Farbstoffen: Naphtol-

[108]) Oesterr. Chemikerzeitung 1900, S. 266.

[109]) Ibid. 1901, S. 105—109.



grün B (*Cassella*), Cöruleïn, Pulver (Farbenfabriken vorm. *Fr. Bayer & Co.* in Elberfeld) u. a.; von roten Farbstoffen: Alizarinrot blaustichig (Bad. Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh.) (Normalfarbstoff), Alizarinrot gelbstichig, Paranitranilinrot, Exzelsior Lackponceau J N (*Cassella*) u. a. Die Farbstoffe der Fluoresceïngruppe lieferten Farblacke von sehr geringer Lichtechtheit. Die Wasserfarben dieser Gruppen sind noch haltbarer als die Firnissfarben.

Die Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation in Berlin erhielt ein D. R.-P. 116177 auf ein *Verfahren zur Erzeugung photographischer Bilder mittels Chromaten*. Dasselbe lautet:

„Die chemischen Veränderungen, welche die Chromate bei der Belichtung erleiden, sind bisher zur Erzeugung photographischer Bilder ausgenutzt worden, indem man zur Bildung entweder erstens die durch das Licht nicht veränderten Salze, oder aber zweitens das bei der Belichtung gebildete Chromdioxyd verwendet".

„Die dabei erhaltenen, aus Chromdioxyd bestehenden dünnen Kopien werden nach dem Auswaschen des unveränderten Chromats durch Behandeln mit verschiedenen Metallsalzen in kräftige Bilder von verschiedener Färbung übergeführt (mit Quecksilbersalzen braunrot, mit Silbersalzen kirschrot, mit Blei- und Wismuthsalzen gelb, mit Alkalisulfiden schwarz). Dabei wird also nach einem Negativ ein Positiv erhalten".

„Anderseits konnten diese ausgewaschenen Kopien durch Anfärben mittels Alizarin, Rotholz, Blauholz oder Gelbholz gekräftigt werden, wobei das Chromdioxyd als Beize wirkte. Auch Gerbsäuren liessen sich fixieren und durch Behandeln mit Eisensalzen in schwarze Töne umwandeln".

„Wir haben nun eine dritte Art der Erzeugung photographischer Bilder vermittelst des nach dem Waschen der Kopien zurückbleibenden Chromdioxyds gefunden. Dieselbe beruht darauf, dass das Chromdioxyd noch als kräftiges Oxydationsmittel wirkt und gewisse farblose organische Verbindungen der aromatischen Reihe unter Sauerstoffaufnahme in Farbstoffe von verschiedenen Nuancen überzuführen vermag".

„Derartige Verbindungen sind:

p-Phenylendiamin	*p*: Diamidophenol
Dimethyl-*p*-Phenylendiamin (Schmp. 40°)	β-Triamidophenol
	Pyrogallol
Toluylen-*p*-Diamin (Schmp. 65°)	1,5-Dioxynaphtalin
1,5-Naphtylendiamin (Schmp. 188 bis 190°)	*p*-Amidodiphenylamin
	p-Diamidodiphenylamin
p-Amidophenol	Anilin
Methyl-*p*-Amidophenol	Dimethylanilin".

„Dieses Verfahren unterscheidet sich in charakteristischer Weise von demjenigen, welches die *Gebrüder Lumière* in Lyon unter zu Grundelegung von oxydablen Substanzen und Mangansalzen usw. ausgearbeitet haben (vgl. *Eder*, „Handbuch der Photographie", 2. Aufl., 4. Teil, S. 546—549). Während das vorliegende Verfahren ein Positivverfahren ist, indem nach einem Negativ ein Positiv erhalten wird, resultiert bei dem *Lumière*schen Verfahren aus einem Negativ wieder ein Negativ; der Grund hierfür ist der, dass nach *Lumière* das zu Grunde gelegte Metallsalz als solches zur Bildererzeugung benutzt wird, nach dem neuen Verfahren hingegen die im Lichte entstandene Reduktionsstufe des Metallsalzes".

„Die Verfahren mit Oxydsalzen des Mangans, Cobalts usw. nach *Lumière* haben nicht nur deshalb, sondern auch weil die Ausführung auf Schwierigkeiten stiess, keinen Eingang in die photographische Praxis gefunden".

„Ebenso charakteristisch unterscheidet sich das neue Verfahren von der Herstellung der sogenannten Tintenbilder (*Eder*, „Handbuch der Photographie", 4. Teil, S. 271—72), deren Bildung, wie eingangs erwähnt, darauf beruht, dass das bei der Reduktion entstandene Chromdioxyd sich Gerbsäuren, bezw. gewissen Farbstoffen gegenüber als Beize verhält. Praktische Bedeutung hat auch dieses Verfahren nicht erlangt (vergl. *Eder*, a. a. O., S. 272). Bei dem neuen Verfahren hingegen ist es die oxydierende Wirkung des Chromdioxyds, welche ausgenutzt wird, um unter Anwendung leicht oxydabler Substanzen Bilder zu erzeugen".

„Wir erläutern unser Verfahren an folgendem Beispiel: Photographisches Rohpapier wird während einer Minute in folgender Lösung gebadet:

100 ccm	Wasser	unter gelindem Erwärmen gelöst.
6 g	weiche Gelatine	
16 bis 20 g	Ammoniumbichromat".	

„Nach dem Trocknen der sensibilisierten Papiere im Dunklen wird unter einem Negativ etwa halb solange belichtet, wie beim Gummidruck, und die erhaltenen Kopien werden in häufig gewechseltem Wasser schnell vom unzersetzten Chromat befreit. Das letzte Waschwasser säuert man zweckmässig etwas an (auf 1000 ccm Wasser 1 ccm Schwefelsäure). Die Entwicklung des Bildes erfolgt nun bei gewöhnlicher Temperatur z. B. in folgender Lösung:

Wasser	600 ccm,
p-Phenylendiamin	1 g,
Natriumbisulfit	1—2 g".

„Das Bild tritt hierin schnell mit dunkelbrauner Farbe hervor, wird in angesäuertem Wasser gespült und hierauf gut gewässert".

„Ersetzt man in obiger Lösung das *p*-Phenylendiamin durch eine der anderen Verbindungen, so ändert dies gewöhnlich die Färbung des Bildes, so dass man in der Lage ist, Bilder in allen möglichen Nuancen nach dem neuen Verfahren zu erzeugen".

Ein weiteres Patent, D. R.-P. 123292, wurde der oben genannten Firma als Zusatzpatent zum D. R.-P. 116177 (siehe oben) erteilt. Dasselbe lautet:

„Wir haben nun bei weiterer Ausbildung des durch D. R.-P. 116177 geschützten Verfahrens die Beobachtung gemacht, dass sich das Verfahren des oben genannten Patentes auch unter Anwendung von Gemischen oxydabler Substanzen ausführen lässt, d. h. dass man zum Entwickeln Lösungen verwenden kann, in welchen gleichzeitig verschiedene oxydable Substanzen enthalten sind. Die Wirkungsweise des Chromdioxydes auf solche Gemische ist je nach der Wahl der Komponenten eine verschiedene; es kann von den angewendeten oxydablen Produkten jedes für sich allein in eine färbende Substanz verwandelt werden, sodass die resultierende Färbung des Bildes dann als eine Mischung von zwei oder mehr Farbtönen aufgefasst werden muss; oder aber es können die Gemenge der oxydablen Körper unter dem Einfluss des Chromdioxyds gemeinsam unter Bildung indamin-, bezw. indophenolartiger Körper reagieren".

„Die Vorteile, welche wir hiermit dem Verfahren des Hauptpatentes gegenüber erreichen, liegen darin, dass wir bei Verwendung solcher Gemische eine ausserordentlich grosse Zahl von Nuancen und vor allem beliebige Modetöne erzielen können, was bei Anwendung eines einzigen oxydablen Mittels nicht möglich war".

„Die Ausführung unseres Verfahrens schliesst sich im wesentlichen der im Hauptpatent beschriebenen an. Die photographischen Papiere werden in der gleichen Weise sensibilisiert wie dort angegeben und nach der Belichtung unter einem Negative mit der Entwicklerlösung behandelt.

Ein *Kopierverfahren, welches auf die Lichtempfindlichkeit von gewissen Diazoverbindungen beruht*, haben *Ruf* und *Stein* auf Grund zahlreicher Versuchsreihen veröffentlicht.[110])

Verfahren für Diapositive: Gut geleimtes und mit Formaldehyd gehärtetes photographisches Rohpapier wird im Dunkeln auf der einen Seite gleichmässig mit einer zweiprozentigen Lösung des Chlorzinkdoppelsalzes des Diazocarbazolchlorids bedeckt, indem man es auf dieser Lösung schwimmen lässt und dann trocknet. Nun wird es unter dem Diapositiv so lange belichtet, bis die entsprechende Zeichnung auch in den dunkleren Partieen hellbläulich auf gelbem Grunde erscheint, dann durch Baden in einprozentiger, schwach alkalischer α-Naphtollösung entwickelt und fixiert. Man erhält so ein orangegelbes Bild, das nach einem zweiten Bade in verdünnter Essigsäure einen schönen braunen Ton annimmt.

Die hier beschriebene Art der Bilderzeugung lehnt sich demnach eng an diejenige des Primulinprozesses an.

„Zieht man die fertige Kopie anstatt durch alkalische α-Naphtollösung durch verdünnte Natronlauge, so hat man die Bedingungen, welche das Verfahren von *Andresen* charakterisieren; es kuppelt das durch das Licht gebildete Oxycarbazol mit dem unveränderten Diazosalz, und man erhält ein

[110]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 189.

violettes *negatives* Bild. (Bei Anwendung von einem Negativ ein positives Bild.)

Verwendet man statt α-Naphtol β-Naphtol oder Phloroglucin oder Resorcin oder *m*-Toluylendiamin, so erhält man statt der braunen, dunkelrote, violette, gelbbraune oder braunviolette Töne.

Verfahren für Negative: Das Papier wird unter Anlehnung an das *Feer*sche Verfahren in gleicher Weise mit einer Lösung von 2 g carbazoldiazosulfosaurem Natrium, 2 g α-Naphtol und der eben nötigen Menge Natronlauge in 100 ccm Wasser präpariert, getrocknet und unter dem Negativ belichtet. Tritt das Bild auf dem gelben Papier mit braunroter Farbe hinreichend scharf hervor, so wird es durch Waschen mit heissem Wasser, sehr verdünnter Natronlauge, kaltem Wasser, verdünnter Essigsäure und nochmals kaltem Wasser mit braunem Ton fixiert.

Ausser α-Naphtol kuppeln *leicht* und *rasch* β-Naphtol (rot), die β-Naphtolsulfosäuren 2 : 6 und 1 : 4 (violett), die β-Naphtoldisulfosäure 2 : 3 : 6 (*R*-Salz-blauviolett) und das *m*-Toluylendiamin (schön braun).

Die Farbe der Töne ist nicht allein durch die Art der Komponente bedingt, sondern auch durch deren Quantität, sowie die Konzentration des Alkalis, sowie die Art der Leimung des Papiers (*Ruff* und *Stein* leimten ihre Papiere mit fünfprozentiger Gelatinelösung und härteten diese mit fünfprozentiger Formaldehydlösung). Die erhaltenen Nuancen lassen sich nach der Fixierung durch Einlegen der Bilder in verdünnte Kaliumbichromatlösung, Ferrichloridlösung oder Kupfersulfatlösung modifizieren.

Die fertigen Farben selbst sind durchaus lichtbeständig. *Ruff* und *Stein* haben Bilder schon über ein Jahr am Licht aufbewahrt, ohne eine Veränderung konstatieren zu können.

A. G. Green, C. F. Cross und *E. J. Bevan* polemisieren gegen einen Passus in der Arbeit von *Ruff* und *Stein*, der sich auf ihre Untersuchungen über die Lichtempfindlichkeit der Thioamidbasen bezieht. Sie glauben, dass der dort gegebene Hinweis auf ihre Arbeit den Anschein erwecken könnte, als hätten sie sich ein Verfahren patentieren lassen, dessen wissenschaftliche Grundlage von *Andresen* aufgeklärt wurde, und erinnern deshalb zur Klarstellung der Sachlage an ihre bereits 1890 erschienenen Abhandlungen über die Verwertung des Diazotypprozesses für das photographische Färben und Drucken (Ber. Deutsch. chem. Ges. 34, 2495, 28./9. [1./7.] London). (Chem. Zentralblatt 1901, Bd. 2, No. 18, S. 965.)

Lithographie, Zinkflachdruck, Algraphie etc.

Das *Verfahren für trockenen Umdruck* auf den Stein von *Paul Nötzolt* in Briesnitz besteht in einer Behandlung des in der gewöhnlichen Art geschliffenen Steines mit Bimssteinpulver und Spiritus. Der Stein wird wiederholt damit abgerieben und der zwischendurch aufgegossene Alkohol am Steine abgebrannt, wodurch er vollkommen fettfrei und die Poren geöffnet werden sollen.[111])

H. Schneider erhielt ein englisches Patent (No. 24934 ad 1899) auf eine *photolithographische Methode*. Dieselbe besteht in einem Ueberziehen des gekörnten und mit stark verdünnter Salpetersäure gewaschenen Steines mit Gelatinelösung, Ueberstreichen mit einer Albumin-Oxalsäurelösung, Auftragen der aus Chlorzink, Chrysanilin, Wasser, Ammonium- und Kaliumbichromat bestehenden Sensibilisierungslösung, Trocknen, Kopieren, Einschwärzen mit Farbe und Entwickeln mit einem nassen Schwamme. Der so behandelte Stein soll im Halbton drucken.[112])

Zur Herstellung von Gravuren oder Radierungen ähnlicher Lithographien bezweckt ein von *Sebald* in Leipzig erfundenes Verfahren, dass er *„Litomio“* nennt. Der Stein wird zur Ausführung derselben geäzt, poliert und mit einer wasserabstossenden (harzhaltigen) Schichte, in welche mit der Nadel bis zur Bloslegung des Steines radiert wird. Der Stein wird dann entsäuert und dadurch für fette Farbe empfänglich gemacht[113]).

Eine kleine kompendiöse Steindruckschnellpresse *„Noris“*, ähnlich den Tiegeldruckpressen der Buchdrucker, baut die Maschinenfabrik *Steinmesse & Stollberg* in Nürnberg. Bei dieser Presse erfolgt das Anlegen des Bogens nicht über, sondern unter dem Druckzylinder, wodurch es möglich wurde, den Druckzylinder einen relativ geringen Durchmesser zu geben (D.R.G.M. No. 118528)[114])

Ein Patent auf die *Herstellung biegsamer Lithographieplatten* erhielt *Th. Köhler* in Limburg (Sachsen). Das Verfahren besteht in einem Ueberziehen von biegsamen Platten aus Pappe, Holz oder Celluloid u. dergl. mit einer breiartigen Mischung von kieselsaurer Tonerde, Zinkweiss und Wasserglas.[115])

Das *Aluminium* hat sich für die Zwecke des Flachdruckes gut eingeführt und als Ersatz für den Stein in mancher Beziehung bewährt.[116]) Auch wurden für diese neue Technik bereits von mehreren Fabriken u. a. *Gaston, Elie Bouvert* und *Eduard Albert-Fix* in Paris Rotationspressen konstruiert, von denen diejenige der genannten Firma an Stelle eines Zylinders zwei oder mehrere Plattenzylinder besitzt.

Otto Strecker in Darmstadt erhielt ein deutsches Reichspatent (No. 120069) auf ein *„elektrochemisches Verfahren zum Ueberziehen von metallischen Flachdruckplatten mit einer wasseranziehenden Schichte, sowie zum Entfernen solcher Schichten“*. Bei diesem Verfahren wird die Zink-, Aluminium- oder sonstige Metallplatte in eine etwa dreiprozentige Lösung von Alkaliphosphat, -Chlorid oder -Phosphit gebracht und je nach dem einen oder anderen Zwecke mit dem positiven oder negativen Pole eine Stromquelle von entsprechender Stärke verbunden.

Bei dem *Itterheim*schen Verfahren, der „Negrographie“, kann, ebenso wie bei den analogen Verfahren mit Eisen-, Uransalzen usw. das Bild sowohl mit Harzfarbe (Russ-Schellacklösung), als auch mit fetter Farbe entwickelt werden. Die mit fetter Farbe entwickelten derartigen Kopien lassen sich auf den lithographischen Stein, Zinkplatten usw. übertragen und auf diese Weise ist es möglich eine Negrographie mittels Steindruck und ähnlicher Verfahren zu vervielfältigen. Dieses Prinzip liegt mehreren Verfahren, z. B. dem *Tellkampf*schen Verfahren (D. R.-P. No. 8695)[117]), dem *Pausiadruckverfahren* von *Paul di Ferra* u. A. zu Grunde.[118])

Ein *Chromatverfahren zur direkten photozinkographischen Herstellung von Druckplatten nach Lichtpausen* (*Vandyhe*s Patent No. 6307, 1901) besteht in einem Ueberziehen einer dünnen Zinkplatte mit einer Chromat-Fischleimlösung und Exponieren unter einer Zeichnung usw., Entwickeln des negativen Bildes mit Wasser, Färben der Platte mit lithographischer Tusche und Asphalt in Terpentin gelöst und Entwickeln des positiven Bildes durch Eintauchen der Platte in stark verdünnte Salzsäure und Abreiben mit Magnesiumcarbonat.

Lichtdruck.

A. Albert befasste sich seit einigen Jahren mit der Idee *Lichtdruckplatten in der Buchdruckpresse zu drucken*, welche im vergangenen Jahre von dem genannten gemeinsam mit *W. Unger* realisiert wurde. Die Genannten verwenden Aluminium und Bleiplatten als Unterlage für die Lichtdruckpräparation.[119]) Denselben Gegenstand behandelt auch das *Verfahren von L. Bisson* in Paris.[120])

Die Firma *Klimsch & Co.* in Frankfurt a. M. bringt eine *Zylinderhandpresse für Lichtdruck* in den Handel, welche vor den „Reiberpressen“ manchen Vorteil bietet.

Photozinkotypie. Emailverfahren. Verschiedene Kopierverfahren zur Herstellung von Druckplatten. Verfahren zur Herstellung von Glasätzungen.

Hermann J. Schmidt in Brooklyn verkaufte ein *Trockenemailverfahren* für Zink- oder Kupferhochdruckverfahren (Autotypie, Strichätzung) an verschiedene Firmen. Dasselbe beruht

111) Freie Künste 1901, S. 91.
112) Moniteur de la Photographie 1900, S. 327.
113) Arch. f. Kochgewerbe 1901, S. 9.

114) Zeichnung und nähere Beschreibung siehe auch Eders Jahrb. f. Photogr. 1901, S. 694.
115) Allgem. Anz. f. Druckereien.
116) Ueber Aluminiumdruck (Algraphie) siehe *C. Weilands* Buch. Ferner *Friedr. Hesse* in der Zeitschrift f. Reproduktionstechnik 1901, S. 2.
117) The Brit. Journ. Photogr. Almananac 1902, S. 914 ff.
118) Journ. f. Buchdruckerkunst 1901, S. 967.
119) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 330.
120) Photogr. Corresp. 1901, S. 643.



auf dem bekannten Prinzip der Einstaubverfahren. Eine Bichromatzucker- (Honig, Gummi, Dextrin) haltige Lösung wird auf die Platte gegossen, die Schichte getrocknet und darauf kopiert, wobei dieselbe an den vom Lichte getroffenen Stellen die Klebrigkeit verliert, sodass sie beim Einstauben mit einem geeigneten Pulver dieses nur an den vom Lichte nicht getroffenen Stellen annimmt. Das Pulver verhindert dann beim „Einbrennen" die Emailbildung an die betreffenden Stellen [121]).

L. Tschörner stellte Versuchsreihen mit verschiedenen Substanzen, als Rohrzucker, Traubenzucker, Dextrin, Gummi usw. unter Verwendung von gepulverter Magnesia oder von Magnesiumcarbonatpulver als „Entwickler" an und erhielt z. B. mit Traubenzucker - Albumin - Chromatlösung gute Ergebnisse.[122])

E. Albert in München erhielt das D. R.-P. 122836 auf ein *Verfahren zur Herstellung von Zinkclichés, welche die Zurichtung in sich tragen, also keiner weiteren Zurichtung bedürfen.*[123])

Dies erreicht der Genannte dadurch, dass er die Niveauunterschiede der Zurichtung, d. h. das Relief derselben in die Druckfläche selbst verlegt: entweder er bringt ein metallisches Zurichtrelief, dessen Erhöhungen den Dunkelheiten des Bildes entsprechen, auf die Rückseite der Druckform und setzt beide einem starken Pressendrucke aus, oder er verwendet ein Zurichtrelief von entgegengesetztem Charakter wie bei obigem und lässt den Pressendruck entsprechend einwirken.

Ein Verfahren zur *Herstellung von Hochdruckplatten unter Anwendung der Elektrolyse*, wurde dem *E. Albert* in München patentiert (D. R.-P. 128335). Als Aetzfläche (Aetzgrund) wird Nickel oder Cobalt verwendet. Soll z. B. eine positive Druckplatte in eine negative verwandelt werden, so wird sie zunächst auf Zink oder dergl. umgedruckt. Der Umdruck wird dann galvanisch vernickelt oder verkobaltet, wobei sich das Metall nur an den freien Stellen der Platte niederschlägt. Die Umdruckfarbe wird dann entfernt und die freigelegten Stellen werden geätzt.

Ueber das *„Nickelgalvano"* schreibt *H. van Beek* [124]):

Farbendruck — Combinationsdruck — Drei- und Vierfarbendruck.

Alberts Citochromie [125]) ist ein Farbendruckverfahren, bei welchem mittels Emulsion Halbtonaufnahmen gemacht werden. Diese werden mittels Kopierrasters direkt auf die Metallplatten kopiert, und dadurch in ein Rasterbild zerlegt.

Die Halbtonnegative müssen sehr dünn und untereinander ganz gleich gehalten werden, zur Beurteilung dient ein sogenanntes „Normalnegativ".

Bei diesem Verfahren entfällt die Anfertigung von Rasternegativen auf photographischem Wege. — Der Druck beginnt mit der Kraftplatte, dann folgt rot, blau und gelb.

Unter dem Namen *„Cellulotypie"* veröffentlicht *E. Bayard* ein *Radierverfahren auf Celluloidplatten*, welche Platten dann ebenso wie Kupferplatten zur Vervielfältigung benutzt werden können [126]).

Ein *Verfahren zur Herstellung von hoch geätzten Druckplatten, welche in dem Weissen ein Netzmuster enthalten*, liegt dem D. R.-P. 127742 zu Grunde. Der Netzgrund in dem Weissen hat den Zweck, das Verschmieren der Platten hintanzuhalten, so dass solche Platten auf allen Pressen, selbst auf der schnellsten Rotationspresse, gedruckt werden können. Zur Herstellung der Platten wird z. B. eine Zinkplatte mit einem Netze sich kreuzender Linien nach einem der in der Lithographie üblichen Verfahren überzogen, diese Linien werden eingeätzt, die erhaltenen Vertiefungen werden mit säurefestem Metall ausgefüllt, die Fläche geebnet und poliert. Auf diese Platten wird das Druckbild in irgend einer geeigneten Art aufgetragen (Zeichnung mit lithographischer Tusche, Kopieren nach einem Negative, Umdruck usw.), dann wird geätzt, wobei die Zeichnung zerstört wird, aber das Bild und die Punkte der Platte, welche aus säurefestem Material bestehen, stehen bleiben. Dadurch wird eine Hochdruckplatte erzielt, welche ausser dem Druckbild in den Weissen ein hoch geätztes Punktsystem aufweist.

Dem *St. Fanjat* und *P. Charles* in Frankfurt a. M. wurde eine *Maschine zur Herstellung von Gelatinebildern nach Art des Woodburydruckes* patentiert (D. R.-P. 118475); ferner erhielt *Heimsoeth* ein Patent (D. R.-P. 120655) auf ein vereinfachtes *Woodbury*verfahren.

E. Vogel in München erhielt ein Patent auf ein *Verfahren zur Herstellung von Glasätzungen* [127]). Es überzieht Glasflächen mit lichtempfindlichen Asphalt oder Chromatgelatine, belichtet unter einem Negativ, entwickelt die Kopie, ätzt ein und erhält so eine Reliefätze mit vertieften Lichtern. Beim Entwickeln wird so vorgegangen, dass zuerst nur die höchsten Lichter entwickelt und geätzt werden, dann die Mitteltöne entwickelt und mit den höchsten Lichter geätzt werden usw., bis zur Vollendung des Bildes.

[121]) Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 623.
[122]) Ibid. S. 624—626.
[123]) Siehe den Artikel von *Schmädel*: *Dr. E. Alberts* Patentreliefchlichés in Eders Jahrb. f. Photogr. 1902, S. 210ff.
[124]) Photogr. Chron. 1901, S. 584.
[125]) D. R.-P. 116 538. Eders Jahrb. 1902, S. 648.
[126]) „La Gravure en Taille Douce à la portée de tous la Cellulotypie", Paris 1902, Le Franc & Comp.
[127]) Photogr. Chronik, 1901, S. 261, D. R.-P. No. 116 856.

Der neue Quadrant-Davit.

Der im Heft 40 in dem Bericht über die Sommerversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft erwähnte, von dem Ingenieur *Axel Welin* erfundene Davit ist in den folgenden Abbildungen und Zeichnungen veranschaulicht.

Er besteht, wie Fig. 3 erkennen lässt, aus zwei Teilen, dem unteren Rahmengestell und dem Kranbalken, dessen

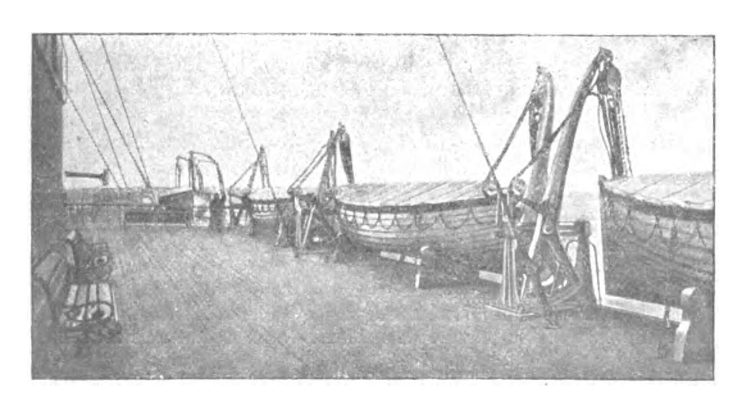


Fig. 1. Die vorderen Boote in Welins Quadrant-Davits, das hinterste Boot in gewöhnlichen Dreh-Davits.

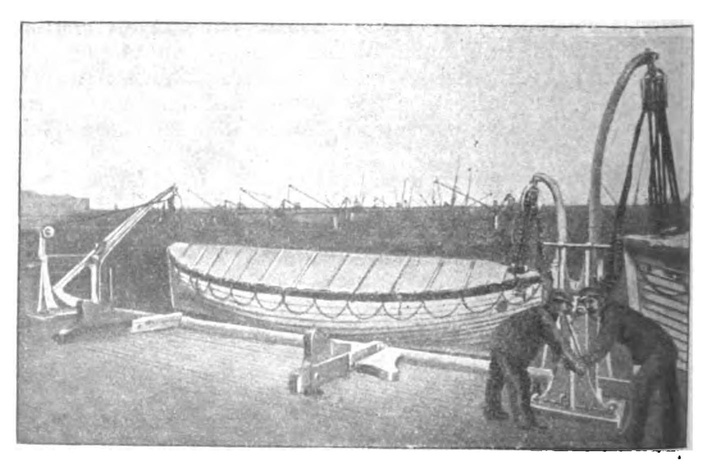


Fig. 2. Boot in Welins Quadrant-Davits während des Ausschwingens.

Fussende zu einem Zahnbogen ausgebildet ist, und dessen Kopfende, nach dem Boot zu leicht übergebogen, in eine Oese zum Einhängen eines Läuferblocks endet.

Der Davitsbalken ruht, mittels eines starken, auf wagerechter Drehachse befestigten Schuhs verschiebbar, auf einer messingüberzogenen, stählernen Führungsstange und gleichzeitig auf einer unter dieser und mit ihr parallel liegenden, bronzenen Schraubenspindel, die an ihrem der Schiffsmitte zugekehrten Ende eine Handkurbel trägt. Den nötigen Rückhalt beim Ueberneigen findet der Kranbalken in einer an der Unterkante des Rahmengestells vorgesehenen Zahnreihe, in die die Zähne des Quadranten am Unterende des Davits eingreifen. Davitsbalken und Rahmengestell sind Stahlgussstücke.

Der wesentlichste Unterschied zwischen den üblichen Drehdavits und den neuen Davits liegt in der Bewegungsart beim Aussetzen der Boote. Bei den gewöhnlichen Davits müssen die Boote um die senkrechte Achse der Davits nach der Aussenseite des Schiffes geschwenkt werden, bevor sie zum Zuwasserlassen bereit sind, bei den Quadrant-Davits ist dazu lediglich deren Ueberneigen um ihre wagerechte Drehachse nötig.

Für das Schwenken schwerer Boote um die üblichen Davits, muss nun eine grössere Anzahl Leute ihre ganze Kraft aufwenden, wenn das Boot in ungefähr fünf Minuten zu Wasser kommen soll, bei einem in Gegenwart englischer Schiffahrtsbeamten vorgenommenen Versuch mit den *Welin*schen Davits wurde dagegen ein 8 m langes Rettungsboot mit vierzig Mann Besatzung durch nur zwei Leute in vierzig Sekunden von den Klampen freigemacht und ausgeschwungen. Wenn dieses auch als eine Glanzleistung angesehen werden muss, die im Ernstfall kaum zustande gebracht werden wird, so ist doch eine Ueberlegenheit des Quadrant-Davits über die gewöhnlichen Drehdavits in Beziehung auf die Schnelligkeit des Zuwasserbringens der Boote damit bewiesen.

Der geringe Kraftaufwand für das Bedienen der Quadrant-Davits ist durch äusserst günstige Hebelverhältnisse zu erklären. Diese sind eine Folge der dem Davit beim Ueberneigen in wagerecht fortschreitender Richtung erteilten Bewegung. Ausserdem wirkt beim Ueberneigen das Eigengewicht des Bootes nutzbringend mit, das im Gegensatz dazu beim Schwenken um die Drehdavits als Hindernis zu überwinden ist.

Hierin sind denn auch die Ursachen zu finden, die das schnellere Aussetzen der Boote durch die Quadrant-Davits begründen. Beachtenswert erscheint bei letzteren noch die Anordnung der Klampen (Lagerhölzer an Deck) und die Führung der Hebetrossen an den Davits, Einzelheiten, die

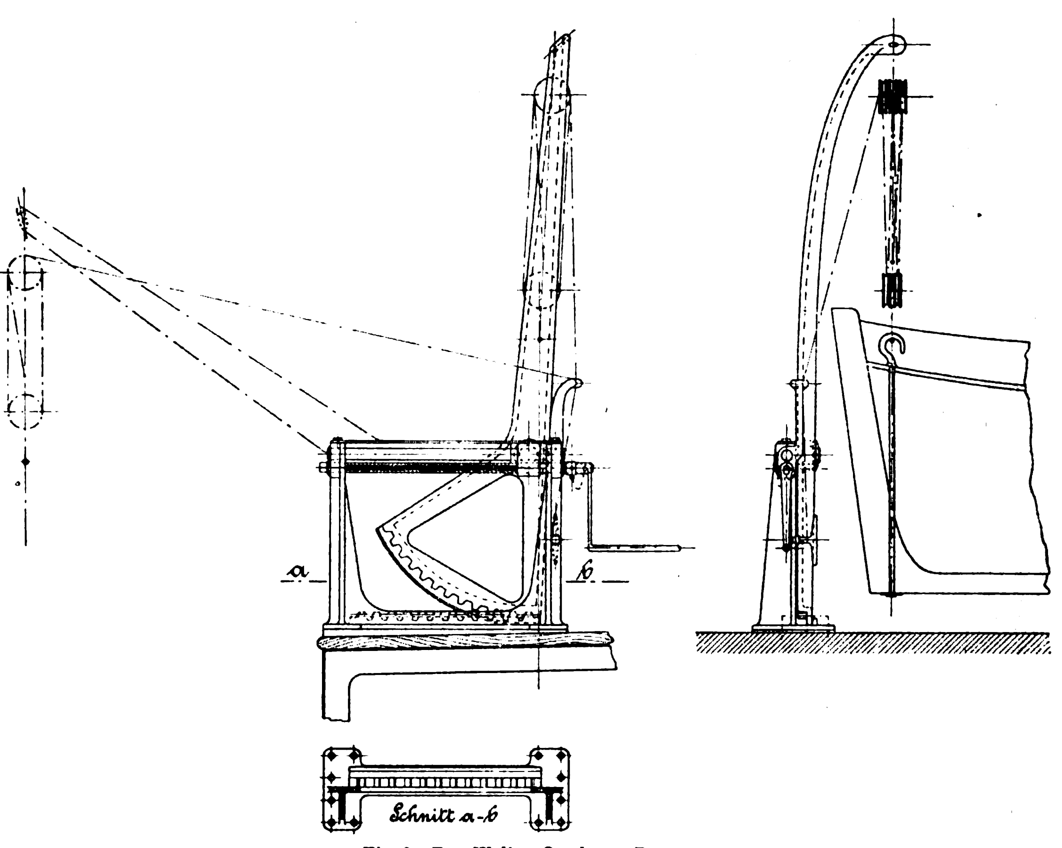


Fig. 3. Der Welins Quadrant-Davit.

aus den Zeichnungen Fig. 4 ersichtlich sind und als besonders durchdacht bezeichnet werden können.

Die neuen Davits sind auf einer grösseren Anzahl ausländischer Personen- und Frachtdampfer bereits eingebaut worden, und auch der Norddeutsche Lloyd soll sie den neuesten Berichten zufolge einführen. Die Abbildungen Fig. 1 und Fig. 2 zeigen, wie die Quadrant-Davits an Bord aufgestellt und bedient werden.

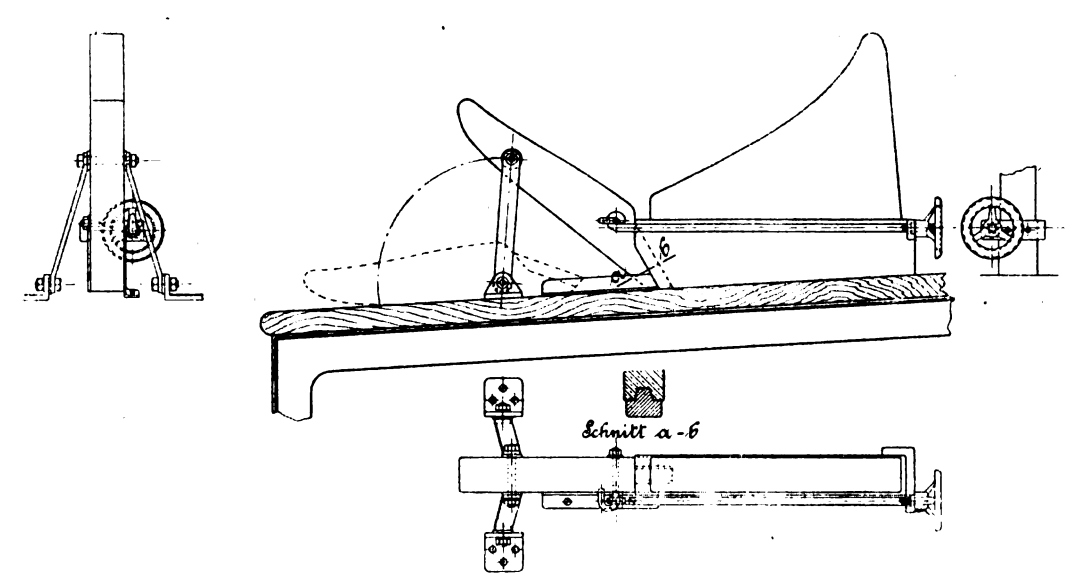


Fig. 4. Bootsklampen für den Welins Quadrant-Davit.

Der Preis für die *Welin*schen Quadrant-Davits stellt sich etwas teurer als für die jetzt gebräuchlichen Drehdavits.

Kleinere Mitteilungen.

Der Oelverteiler von Risacher & Hébert

benutzt nur eine einzige Oelpumpe, vermittelst welcher das Oel unter Druck in ein hermetisch verschlossenes Gefäss gepumpt wird, aus welchem die verschiedenen Organe der Maschine selbsttätig und regulierbar gespeist werden. Dies Gefäss (Fig. 1 u. 2) ist mit soviel Ventilen *a* versehen, als Speisepunkte vorhanden sind. Eine durch dasselbe hindurchgehende Daumenwelle *b*, welche von aussen angetrieben wird, besorgt ein periodisches Oeffnen und Schliessen

Die Pumpen befördern das aus dem Reservoir oder Filter gezogene Oel unter Druck in einen grossen abgeschlossenen Behälter von dem es durch eine weitverzweigte Röhrenleitung den einzelnen Verbrauchsstellen zugeführt wird; das überflüssige Oel fliesst durch ein andres Röhrensystem in den Filter zurück, um nach der Reinigung einen neuen Kreislauf zu beginnen.

Der zur Regulierung des Oelzuflusses bestimmte Apparat ist mit einer Vorrichtung versehen, um bei Abstellung des Betriebes jeglichen Zufluss abzuschneiden. Hierzu wird der Dampfdruck

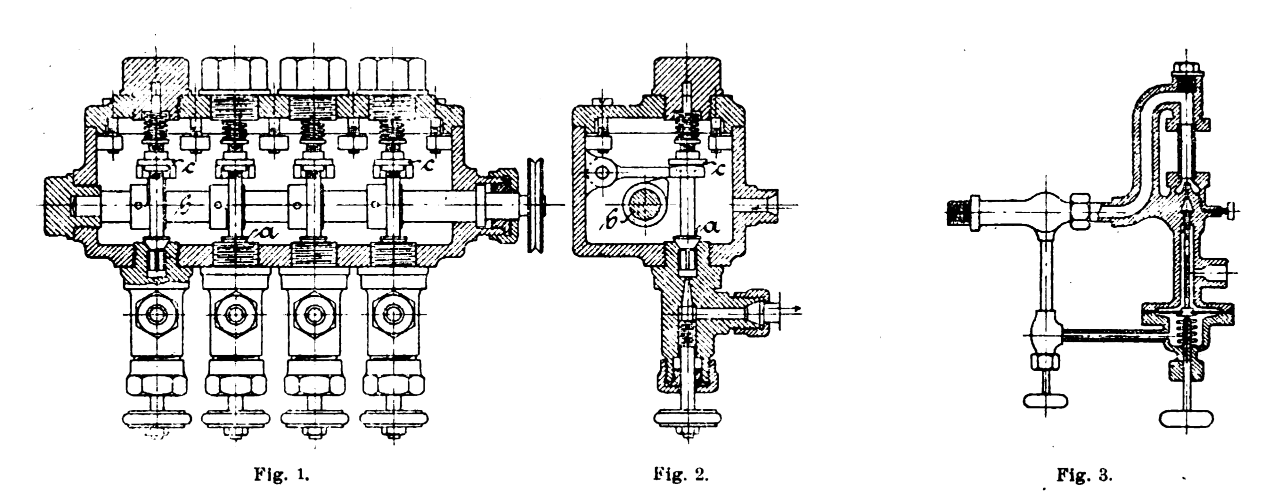


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

der Ventile; die Hubhöhe kann vermittelst der Schraubenmuttern *c* beliebig eingestellt werden. Der Abfluss ist ausserdem durch einen vermittelst Schraube einstellbaren Kegel vor der Ausflussöffnung regulierbar.

Ein ähnliches System von *Blackwell*, welches unter anderen in der Zentrale zu Pinkston der Glasgower Strassenbahn eine praktische Anwendung gefunden hat, besteht aus zwei getrennten Systemen, das eine für Zylinderroel, das andere für Lageroel. Jedes dieser beiden Systeme wird von zwei Pumpen gespeist, deren eine zur Reserve dient.

benutzt, welcher wie Fig. 3 (Rev. Ind. 1. August 1903) zeigt, von unten auf eine Membran wirkt, die bei ihrer Durchbiegung den Ausfluss öffnet; hört der Dampfdruck auf, so wird der Ausfluss selbsttätig geschlossen. Eine auf das Diaphragma wirkende Regulierschraube gestattet ausserdem die Ausflussgeschwindigkeit zu regeln.

Die Oelersparniss soll bei diesem System eine sehr grosse sein, so z. B. wird angeführt, dass eine neuerdings eingerichtete Installation für 20000 Kilowat nur 25 l Oel für den Tag verbrauchen soll.

Dr. K.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Einrichtung und Betrieb eines Gaswerkes. Ein Leitfaden für Betriebsleiter und Konstrukteure. Bearbeitet von *A. Schäfer*, Ingenieur. Mit 185 Abbildungen und 6 Tafeln. München und Berlin 1903. R. Oldenbourg. Preis geb. 9 Mk.

Die selbsttätige Zugdeckung auf Strassen-, Leicht- und Vollbahnen. Von *Ludwig Kohlfürst*. Mit 229 in den Text gedruckten Abbildungen. Stuttgart 1903. Ferdinand Enke. Preis geh. 10 Mk.

Die französischen Eisenbahnen im deutschen Kriegsbetriebe 1870/71. Von *Hermann Budde*. Mit 66 Abbildungen im Text und 8 Tafeln sowie 3 Karten. Berlin 1904. Ernst Siegfried Mittler und Sohn. Preis geh. 10 Mk. geb. 12 Mk.

Kontinuierliche Balken mit konstantem Trägheitsmoment. Interpolierbare Tabellen zum raschen Auftragen der Einflusslinien für Momente und Scheerkräfte sowie der Kurven für verteilte Lasten. Für die Praxis berechnet und geordnet von *Gustav Girot*, Zivilingenieur in Zürich. Zürich 1904 Schulthess & Co.

Wegweiser für den Rechtsverkehr zwischen Deutschland und den Vereinigten Staaten von Amerika. Zweite, stark erweiterte Auflage. Zusammengestellt für die Bedürfnisse der deutschen Praxis. Von Dr. jur. *Paul C. Schnitzler* Rechtsanwalt (attorney and counsellor at law) in New York. Berlin 1903. Otto Liebmann. Preis geh. 3,20 Mk. geb. 3,75 Mk.

Lehrbuch der anorganischen Chemie. Von Dr. *H. Hildebrandt*, Lehrer der Experimental-Chemie und chemischen Technologie an der königlichen Hüttenschule zu Duisburg. Mit 103 Abbildungen im Text. Hannover 1903. Gebr. Jänecke. Preis geb. 3,20 Mk.

Vierter Bericht des technologischen Gewerbemuseums der Handels- und Gewerbekammer in Prag. Die Tätigkeit des Museums im Jahre 1902. Prag 1902. Politik.

Kraft, Kalender für Fabrikbetrieb 1904. Ein Handbuch zum Gebrauch für Besitzer und Leiter von Kraftanlagen jeder Art, für Ingenieure, Techniker, Werkführer, Monteure, Maschinisten und Heizer. Bearbeitet und herausgegeben von *Richard Mittag*, Ingenieur und Chef-Redakteur der Zeitschrift „Kraft“ früher „Dampf“. Siebzehnter Jahrgang. Robert Tessmer, Berlin. Preis in Brieftaschenform, in Leder gebunden, nebst Beilage 4 Mk.

Kalender für Heizungs- Lüftungs- und Badetechniker. Von *Klinger*. Halle a. S. 1904. Carl Marhold. Preis in Leder geb. 4 Mk.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 50. **Berlin, 12. Dezember 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Studien und Versuche über die Elastizität kreisrunder Platten aus Flusseisen.

Von Dr.-Ing. **Max Ensslin**, Stuttgart.

(Fortsetzung von S. 726 d. Bd.)

c) *Gleichungen zur Ermittlung der Anstrengung und des Biegungspfeiles.*

An den vollen Scheiben, wie sie bei den vorhin beschriebenen Versuchen verwendet worden sind (vergl. Fig. 1, S. 707), lassen sich zwei Zonen unterscheiden, eine innere (zentrale) Zone vom Durchmesser $2\,R_i$ und eine äussere Zone (Ringzone), welche die innere konzentrisch umschliesst und deren grösserer Durchmesser $2\,R_a$ ist. Nach Anbringen der belastenden Kräfte an den beiden Kreisumfängen $2\,\pi\,R_i$ und $2\,\pi\,R_a$ sieht man sofort, dass die Ringzone auf *Biegung und Schub* beansprucht ist, da die über den äusseren Umfang $2\,\pi\,R_a$ gleichmässig verteilte Kraft in bezug auf jeden Querschnitt der Ringzone, den man mit einem konzentrischen Kreiszylinder vom beliebigen Durchmesser $2\,x$ durch die Scheibe führt, biegende Momente und Schubkräfte liefert, welche auf die Längeneinheit des Umfangs $2\,\pi\,x$ bezogen, gleiche Grösse haben; die Ebenen der Biegungsmomente gehen alle durch die Normale in der Scheibenmitte. Die zentrale Zone dagegen ist nur auf *Biegung* beansprucht durch Momente, welche von der Ringzone auf die zentrale Zone ausgeübt werden und welche dadurch entstehen, dass die innere Zone infolge ihres Zusammenhangs mit der äusseren gezwungen ist, sich mit der letzeren zusammen zu deformieren; die Schubkraft ist in der inneren Zone überall gleich Null.

Nimmt man nun an, dass von der Ringzone auf die zentrale Zone nur Biegungsmomente der angegebenen Art ausgeübt werden, so wölbt sich die innere Zone unter dem Einfluss derselben nach dem Teil einer Kugel,[10]) ähnlich wie sich ein gerader Stab, der nur an seinen Enden von reinen Biegungsmomenten gleicher und entgegengesetzter Grösse ergriffen wird, nach einem Kreisbogen krümmt.

Legt man die Scheibe so in ein rechtwinkliges Koordinatensystem hinein, dass die $x\,y$-Ebene mit der Mittelfläche, die z-Achse mit der Normalen in der Mitte der Scheibe zusammenfällt, bezeichnet ferner

- z die Durchbiegung eines im Abstand x von der Plattenmitte befindlichen Punkts der Mittelfläche gegenüber der $x\,y$-Ebene und zwar $\frac{z_1}{z_2}$ sofern der Punkt der $\frac{\text{inneren}}{\text{äusseren}}$ Zone angehört,
- λ die Entfernung eines ausserhalb der Mittelfläche gelegenen Punkts von derselben,
- a den Dehnungskoeffizienten des Materials $= \frac{1}{E}$ (reciproker Elastizitätsmodul),
- m das Verhältnis zwischen Längsdehnung und Querzusammenziehung,

so gilt unter Voraussetzung homogenen und isotropen Materials, wenn man sich die Scheibe im Umfang $2\,\pi\,R_i$ festgehalten denkt, *für die innere Zone*, die sich nach dem Teil einer Kugel wölbt (s. *Clebsch*, St. Venant, S. 342):

$$z_1 = \frac{x^2 - R_i^2}{2}\,c_4 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

$$\frac{d\,z_1}{d\,x} = c_4\,.\,x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

$$\sigma_x = \sigma_y = -\frac{m}{m-1}\,\frac{\lambda}{a}\,c_4 \quad . \; . \; . \quad (3)$$

Für die *Ringzone* benützen wir die Gleichungen, welche *Grashof* unter der Annahme, dass die Normalen auf der Mittelfläche vor und nach Eintritt der Belastung gerade und senkrecht auf derselben bleiben, abgeleitet hat. Sie gelten in der nachher angegebenen Form für den Fall, dass eine gleichmässig über die Plattenoberfläche verteilte Pressung nicht vorhanden ist und dass die Mittelfläche nicht gedehnt wird, dass vielmehr nur eine senkrecht gegen die Oberfläche gerichtete Belastung auf die Kreisumfänge $2\,\pi\,R_i$ und $2\,\pi\,R_a$ wirkt; die Gleichungen lauten (vergl. z. B. *C. Bach*, Elast. und Fest., 3. Aufl., S. 512 f., mit $a = 0$, $p_1 = 0$) nach Gleichung (9) a. a. O.

$$z_2 = \frac{b}{4}\,x^2\,(ln\,x - 1) + \frac{c_1}{4}\,x^2 + c_2\,ln\,x + c_3 \quad (4)$$

nach Gleichung (8) a. a. O.

$$\frac{d\,z_2}{d\,x} = \frac{b}{4}\,x\,(2\,ln\,x - 1) + \frac{c_1}{2}\,x + \frac{c_2}{x} \quad (5)$$

nach Gleichung (4) und (10) a. a. O.

$$\left.\begin{aligned} \sigma_x = -\frac{m}{m-1}\,\frac{\lambda}{a}\Big[&\frac{b}{4}\left(2\,ln\,x + \frac{m-1}{m+1}\right) \\ &+ \frac{c_1}{2} - \frac{m-1}{m+1}\,\frac{c_2}{x^2}\Big] \\ \sigma_y = -\frac{m}{m-1}\,\frac{\lambda}{a}\Big[&\frac{b}{4}\left(2\,ln\,x - \frac{m-1}{m+1}\right) \\ &+ \frac{c_1}{2} + \frac{m-1}{m+1}\,\frac{c_2}{x^2}\Big] \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

In den Gleichungen (1) bis (6) sind

c_1, c_2, c_3, c_4 Konstante

$$b = 6\,\frac{m^2-1}{\pi\,m^2}\,\frac{P}{h^3}\,a$$

Die Konstanten c erhält man für den Fall der *gelochten* und für den Fall der *vollen* Scheibe unter Berücksichtigung gewisser Grenzbedingungen, wie folgt.

---

[10]) Der genaue Nachweis ist geführt in *Clebsch*, Théorie des corps solides, annoté par St. Venant, S. 338 bis 343, besonders Abschn. 4.

1. *Gelochte Scheibe.*

Zur Ermittlung der Konstanten c_1, c_2, c_3 führen folgende Erwägungen und Vereinbarungen:

α und β) In jedem Punkt des inneren Lochrandes ($x = R_i$; λ beliebig) und des äusseren Umfangs ($x = R_a$, λ beliebig) müssen die Radialspannungen σ_x gleich Null sein, da keine äusseren Radialkräfte vorhanden sind; es muss also in Gleichung (6) $\sigma_x = 0$ werden für $x = R_i$ und $x = R_a$ und jeden Wert von λ.

γ) Wir nehmen an, die Ringzone sei am *äusseren* Umfang festgehalten, es sei somit $z_2 = 0$ für $x = R_a$.

Mit diesen Bedingungen liefern die Gleichungen (4) und (6):

$$c_1 = -\frac{b}{2}\left[\frac{m-1}{m+1} + ln\, R_i^2 + \frac{R_a^2}{R_a^2 - R_i^2}\, ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2}\right]$$

$$= -\frac{b}{2}\left[\frac{m-1}{m+1} + \frac{R_a^2 \,.\, ln\, R_a^2 - R_i^2 \,.\, ln\, R_i^2}{R_a^2 - R_i^2}\right] \quad (7)$$

$$c_2 = -\frac{b}{4}\,\frac{m+1}{m-1}\,\frac{R_a^2\, R_i^2}{R_a^2 - R_i^2}\, ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2} \quad . \quad (8)$$

$$-c_3 = \frac{b}{8}\left[R_a^2\,(ln\, R_a^2 - 2) - R_a^2\left(\frac{R_a^2}{R_a^2 - R_i^2}\, ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2} + ln\, R_i^2 + \frac{m-1}{m+1}\right) - \frac{m+1}{m-1}\,\frac{R_a^2\, R_i^2}{R_a^2 - R_i^2}\, ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2} \,.\, ln\, R_a^2\right]$$

$$c_3 = \frac{b}{8}\left[\frac{3\,m+1}{m+1}\, R_a^2 + \frac{R_a^2\, R_i^2}{R_a^2 - R_i^2} \,.\, ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2} \,.\left(1 + \frac{m+1}{m-1}\, ln\, R_a^2\right)\right]$$

Hiermit wird gemäss Gleichung (4) der Biegungspfeil in $x = R_i$

$$z' = \frac{b}{8}\left[\frac{3\,m+1}{m+1}\,(R_a^2 - R_i^2) + \frac{m+1}{m-1}\,\frac{R_a^2\, R_i^2}{R_a^2 - R_i^2}\left(ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2}\right)^2\right]$$

oder mit Einführung des Wertes von b

$$z' = \frac{3}{4}\,\frac{m^2-1}{\pi\, m^2}\,\frac{P\, R_a^2}{h^3}\,\alpha\left[\frac{3\,m+1}{m+1}\left(1 - \frac{R_i^2}{R_a^2}\right) + \frac{m+1}{m-1}\,\frac{R_i^2}{R_a^2 - R_i^2}\left(ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2}\right)^2\right] \quad (9)$$

2. *Volle Scheibe.*

Die Konstanten c_1, c_2, c_3, c_4 findet man aus folgenden Bedingungen:[11])

α) In allen Punkten des äusseren Umfanges ($x = R_a$, λ beliebig), muss die Radialspannung σ_x gleich Null sein, da dort keine äusseren Radialkräfte wirken; es muss also in Gleichung (6) $\sigma_x = 0$ werden für $x = R_a$ und jeden Wert von λ.

β) Wir nehmen an, die Scheibe werde im Umfang $2\,\pi\, R_i$ festgehalten, dann muss sein $z_2 = 0$ in Gleichung (4) für $x = R_i$; in Gleichung (1) ist die Bedingung $z_1 = 0$ für $x = R_i$ schon erfüllt.

γ) Da die Mittelflächen der inneren und äusseren Zone stetig ineinander übergehen, so muss sich die Neigung $\frac{d\,z}{d\,x}$ der Meridianlinie der Mittelfläche aus Gleichung (2) und (5) für $x = R_i$ gleich gross ergeben.

δ) Die Spannungen in jedem Punkt der Uebergangsstelle ($x = R_i$, λ beliebig) aus der äusseren in die innere Zone müssen gleich gross sein; auf die Normalspannungen σ_x und σ_y angewendet heisst dies: für $x = R_i$ und jeden Wert von λ muss sich aus Gleichungen (3) und (6) derselbe Wert von σ_x und σ_y ergeben.

Mit diesen Bedingungen liefern die Gleichungen (1) bis (6)

$$c_1 = -\frac{b}{2}\left(\frac{m-1}{m+1}\,\frac{R_a^2 - R_i^2}{R_a^2} + ln\, R_a^2\right) \quad (10)$$

$$c_2 = +\frac{b}{4}\, R_i^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

$$c_3 = \frac{b}{8}\, R_i^2\left(2 + \frac{m-1}{m+1}\,\frac{R_a^2 - R_i^2}{R_a^2} + ln\, R_a^2 - 2\, ln\, R_i^2\right)$$

$$c_4 = -\frac{b}{4}\left(\frac{m-1}{m+1}\,\frac{R_a^2 - R_i^2}{R_a^2} + ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2}\right) \quad (12)$$

Wenn die Durchbiegung der Ringzone in $x = R_a$ — $(z_2)_{x=R_a}$ — und die Durchbiegung der inneren Zone in $x = 0$ — $(z_1)_{x=0}$ — unter Benutzung der vorstehenden Konstantenwerte aus Gleichung (4) und (1) berechnet sind, so findet man die Gesamtdurchbiegung, d. h. den Biegungspfeil z' in der Plattenmitte, als Summe der Einzeldurchbiegungen; da die beiden zuletzt genannten Werte entgegengesetztes Vorzeichen haben, so wird:

$$z' = -(z_1)_{x=0} + (z_2)_{x=R_a}$$

$$= \frac{b}{8}\left[\frac{3\,m+1}{m+1}\,(R_a^2 - R_i) - R_i^2\, ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2}\right]$$

oder mit Einführung des Wertes von b

$$z' = \frac{3}{4}\,\frac{m^2-1}{\pi\, m^2}\,\frac{P\, R_a^2}{h^3}\,\alpha\left[\frac{3\,m+1}{m+1}\left(1 - \frac{R_i^2}{R_a^2}\right) - \frac{R_i^2}{R_a^2}\, ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2}\right] \quad (13)$$

d) *Grösse der Spannungen bei den Versuchen.*

Für die *gelochten Scheiben*, welche zu den *Versuchen II, IV bis VI* verwendet wurden, ist $R_a = 28$ cm, $R_i = 1{,}5$ cm, $\frac{R_a^2}{R_i^2} = \frac{28^2}{1{,}5^2} = \frac{784}{2{,}25} = 348{,}44$, $\frac{R_a^2}{R_a^2 - R_i^2} = 1$, $ln\, \frac{R_a^2}{R_i^2} = 5{,}853$, $ln\, R_i^2 = 0{,}811$; hiermit und mit $m = \frac{10}{3}$ erhält man aus Geichung (7) und (8)

$$c_1 = -\frac{b}{2}\,[0{,}538 + 0{,}811 + 1 \,.\, 5{,}853] = -\frac{b}{2} \,.\, 7{,}202$$

$$c_2 = -\frac{b}{4}\,\frac{m+1}{m-1} \,.\, 2{,}25 \,.\, 5{,}853 = -\frac{b}{4}\,\frac{m+1}{m-1} \,.\, 13{,}1$$

Die Spannungen σ_x und σ_y sind proportional dem Abstand λ von der Mittelfläche, erlangen also ihre Grösstwerte für $\lambda = \pm\frac{h}{2}$, d. h. an der Scheibenober- und Unterfläche. Zur Berechnung der Spannung daselbst dienen bei den Versuchen II, IV bis VI gemäss Gleichung (6) mit $\lambda = \pm\frac{h}{2}$ und den soeben gefundenen Werten von c_1 und c_2 die Gleichungen

$$\sigma_x = \mp\frac{3}{4}\,\frac{m+1}{\pi\, m}\,\frac{P}{h^2}\left[ln\, x^2 + 0{,}538 - 7{,}202 + \frac{13{,}1}{x^2}\right]$$

$$\sigma_y = \mp\frac{3}{4}\,\frac{m+1}{\pi\, m}\,\frac{P}{h^2}\left[ln\, x^2 - 0{,}538 - 7{,}202 - \frac{13{,}1}{x^2}\right]$$

Hiernach sind die *Spannungen σ_x und σ_y* an der Ober- oder Unterfläche der gelochten Scheibe *A* bei *Versuch II*

im Abstande	$x =$	1,5	7	14	21	28 cm	a. d. Mitte.
mit $h = 1{,}616$ cm	$\sigma_x = +$	0	0,298	0,157	0,065	0	$\times P$ kg/qcm
	$\sigma_y = \pm$	1,518	0,489	0,3	0,1995	0,13	$\times$ „ „

Die Spannungsverteilung ist in Fig. 3 bildlich dargestellt.

In einer gelochten Scheibe, welche nach Fig. 1 belastet und gestützt ist, besitzen diesen Zahlen zufolge die Ringspannungen σ_y (d. h. die in Richtnng des Umfangs auftretenden Spannungen) beträchtlich höhere Werte, als die Radialspannungen σ_x.

Die sogenannte resultierende Anstrengung (reduzierte Spannung)

$$res\ \sigma_y = \frac{\varepsilon_y}{\alpha} = \sigma_y - \frac{\sigma_x}{m}\ ^{12)}$$

(da $\sigma_z = 0$) nimmt folgende Werte an

$res\ \sigma_y = \pm\, 1{,}518,\ 0{,}401,\ 0{,}253,\ 0{,}1975,\ 0{,}13$ mal P kg/qcm

[11]) Vergl. Clebsch annoté par St. Venant, S. 354, Abschn. 14.

[12]) Siehe z. B. C. *Bach*, Elast. u. Fest., § 7.

Die grösste Anstrengung der gelochten Scheibe tritt am inneren Lochrand in Richtung des Umfangs ($x = R_i$, $\lambda = \pm \frac{h}{2}$) *auf*, sie beträgt

bei Versuch	II	IV	V	VI	
max res σ_y	1,518,	2,79,	2,5	3,78	mal P kg/qcm

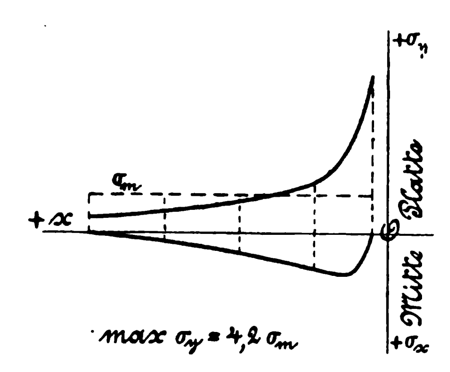


Fig. 3.
Spannungsverteilung bei Versuch II.

Mit Hilfe dieser Zahlen sind die Anstrengungswerte in den Tabellen 2—11, Abschn. b, berechnet worden.

Die grösste Anstrengung bei Versuch VII findet sich auf ähnliche Weise wie bei Versuch VIII, zu *max res* σ_y = 3,72 P.

Mit den zuletzt angegebenen Werten der grössten Anstrengung (Versuch VIII: 2,2 P; Versuch VII: 3,72 P) sind die Anstrengungen in den Tabellen 2—11 berechnet worden.

Für die *vollen Scheiben*, welche zu den *Versuchen I und III* verwendet wurden, ist $R_a = 28$ cm, $R_i = 1,5$ cm, $\frac{R_a^2}{R_i^2} = 348,44$, $\frac{R_a^2 - R_i^2}{R_a^2} = 1$, $ln \frac{R_a^2}{R_i^2} = 5,853$, $ln\, R_a^2 = 6,664$, $ln\, R_i^2 = 0,811$; hiermit und mit $m = \frac{10}{3}$ erhält man aus Gleichung (10) bis (12):

$$c_1 = -\frac{b}{2}[0,538 \,.\, 1 + 6,664] = -\frac{b}{2}\, 7,202$$

$$c_2 = \frac{b}{4}\, 2,25$$

$$c_4 = -\frac{b}{4}[0,538 \,.\, 1 + 5,853] = -\frac{b}{4} \,.\, 6,391$$

Mit diesen Werten und $\lambda = +\frac{h}{2}$ liefert Gleichung (3)

$$\sigma_x = \sigma_y = \pm \frac{3}{4}\, \frac{m+1}{\pi m}\, \frac{P}{h^2}\, 6,391$$

zur Berechnung der Spannungen an der Ober- oder Unterfläche der *inneren* Zone bei Versuch I und III, und ferner liefert Gleichung (6) analog für die *äussere* Zone:

$$\sigma_x = \mp \frac{3}{4}\, \frac{m+1}{\pi m}\, \frac{P}{h^2}\, [ln\, x^2 + 0,538 - 7,202 - 0,538 \,.\, \frac{2,25}{x^2}]$$

$$\sigma_y = \mp \frac{3}{4}\, \frac{m+1}{\pi m}\, \frac{P}{h^2}\, [ln\, x^2 - 0,538 - 7,202 + 0,538 \,.\, \frac{2,25}{x^2}]$$

Die Spannungen in der inneren Zone werden hiernach

	bei Versuch I ($h = 1,616$ cm),	bei Versuch III ($h = 1,193$ cm)
$\sigma_x = \sigma_y =$	$\pm$ 0,76	$\pm$ 1,395 mal P kg/qcm

$$max\ res\ \sigma_y = \sigma_y - \frac{\sigma_x}{m} = \left(1 - \frac{1}{m}\right)\sigma_y = 0,7\ \sigma_y$$

$= \pm$	0,532	$\pm$ 0,9765 mal P kg/qcm

Die *Spannungsverteilung* und resultierende Anstrengung an der Ober- oder Unterfläche der Ringzone *bei Versuch I* ersieht man aus folgenden Zahlen:

Abstand von der Scheibenmitte

$x =$	1,5	7	14	21	28	cm
$\sigma_x = \pm$	0,76	0,332	0,165	0,069	0	$\times$ P kg/qcm
$\sigma_y = \pm$	0,76	0,455	0,291	0,196	0,128	$\times$ „
$res\ \sigma_y = \sigma_y - \frac{\sigma_x}{m}$[13] $= \pm$	0,532	0,355	0,242	0,175	0,128	$\times$ „

Von den Radialspannungen σ_x in einer vollen Scheibe gilt somit nicht, was von denselben in einer gelochten Scheibe oben zu bemerken war, dass sie gegenüber den Ringspannungen beträchtlich zurücktreten. Die Radialspannungen in einer vollen Scheibe — Freiaufliegen ist in diesem ganzen Abschnitt vorausgesetzt — sind in der zentralen Zone gleich gross wie die Ringspannungen, in der Ringzone nehmen die Radialspannungen, wenn man auf einen Durchmesser gegen den äusseren Umfang hingeht, bis auf Null ab.

Die Spannungsverteilung ist in Fig. 4 bildlich dargestellt.

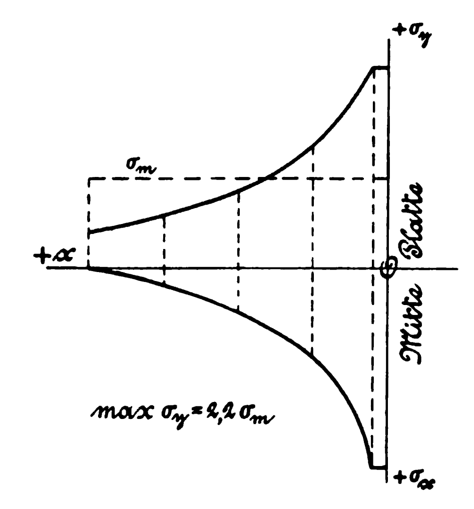


Fig 4.
Spannungsverteilung bei Versuch I.

Für die *vollen Scheiben*, welche zu den Versuchen IX und X verwendet wurden, ist $R_a = 28$ cm; $R_i = 3$ cm; $\frac{R_a^2}{R_i^2} = \frac{784}{9} = 87,11$; $\frac{R_a^2}{R_a^2 - R_i^2} = 1,01$; $ln \frac{R_a^2}{R_i^2} = 4,467$; $ln\, R_a^2 = 6,664$; $ln\, R_i^2 = 2,197$; hiermit und mit $m = \frac{10}{3}$ erhält man aus Gleichung (10) bis (12):

$$c_1 = -\frac{b}{2}\left(\frac{0,538}{1,01} + 6,664\right) = -\frac{b}{2}\, 7,197$$

---

[13]) Allgemein ist dieser Anstrengungswert ausgedrückt durch:

$$max\ res\ \sigma_y = \frac{3}{4}\, \frac{m^2-1}{\pi m^2}\, \frac{P}{h^2}\left[\frac{m-1}{m+1}\left(1 - \frac{R_i^2}{R_a^2}\right) + ln \frac{R_a^2}{R_i^2}\right].$$

Grashof gibt hierfür, ohne auf die Spannungsverteilung in der inneren Zone näher einzugehen, die Gleichung

$$max\ res\ \sigma_y = \frac{3}{4}\, \frac{m^2-1}{\pi m^2}\, \frac{P}{h^2}\left[\frac{2m}{m+1} + ln \frac{R_a^2}{R_i^2}\right]$$

(vergl. *Grashof*, Theorie der Elast. u. Fest. 1878 S. 338.)

Diese Gleichung ist von *Grashof* unter der Annahme entwickelt, dass die Belastung *in einem Punkt* — in der Plattenmitte — konzentriert angreife. Unter dieser Voraussetzung liefern die von *Grashof* für die Spannungen σ_x, σ_y und τ gegebenen Gleichungen für die Plattenmitte unendlich grosse Werte und in der Nähe der Mitte grössere Werte als sie in Wirklichkeit sein können, wo die Belastung nicht in einem Punkt konzentriert, sondern über eine endliche Linie bezw. Fläche verteilt ist. Der Wert der grössten Anstrengung ergibt sich aus der *Grashof*schen Gleichung etwas höher, als aus der vorangehenden Gleichung.

Je weiter die Punkte der Platte von der Mitte ab- und dem äusseren Umfang zugelegen sind, desto weniger wird die Grösse der Spannung davon beeinflusst, ob man annimmt die Belastung sei in einem Punkt konzentriert oder über eine Linie bezw. Fläche verteilt (vergl. die dahingehende Bemerkung *Grashofs* a. a. O.)

$$c_2 = \frac{b}{4}\ 9$$

$$c_4 = -\frac{b}{4}\left(\frac{0,538}{1,01} + 4,467\right) = -\frac{b}{4}\ 5$$

Mit dem Wert von c_4 und $\lambda = \pm\frac{h}{2}$ erhält man zur Berechnung der grössten Spannung an der Ober- und Unterfläche der inneren Zone nach Gleichung (3):

$$\sigma_x = \sigma_y = \pm\frac{3}{4}\ \frac{m+1}{\pi\, m}\ \frac{P}{h^2}\ .\ 5$$

Die Spannungen in der inneren Zone werden hiernach bei Versuch IX ($h = 1,581$ cm), bei Versuch X ($h = 1,0085$ cm)

$\sigma_x = \sigma_y = \pm\, 0,621\ P \qquad \pm\, 1,53\ P$

und die grösste resultierende Anstrengung:

$$max\ res\ \sigma_y = \sigma_y - \frac{\sigma_x}{m} = \left(1 - \frac{1}{m}\right)\sigma_y = 0,7\ \sigma_y$$

$$= \pm\, 0,435\ P \qquad \pm\, 1,07\ P.$$

Die Spannungen an der Ober- oder Unterfläche der äusseren Zone werden nach Gleichung (6):

$$\left\{\begin{aligned}\sigma_x &= \mp\frac{3}{4}\ \frac{m+1}{\pi\, m}\ \frac{P}{h^2}\left[ln\, x^2 + 0,538 - 7,197 - 0,538\ \frac{9}{x^2}\right]\\ \sigma_y &= \mp\frac{3}{4}\ \frac{m+1}{\pi\, m}\ \frac{P}{h^2}\left[ln\, x^2 - 0,538 - 7,197 + 0,538\ \frac{9}{x^2}\right]\end{aligned}\right.$$

Die Spannungsverteilung und resultierende Anstrengung an der Ober- und Unterfläche der Platte bei Versuch IX ersieht man aus ff. Zahlen:

Abstand aus der Scheibenmitte

$x =$	3	7	14	21	28	cm
$\sigma_x = \pm$	0,621	0,355	0,175	0,072	0	$\times P$ kg/qcm
$\sigma_y = \pm$	0,621	0,465	0,288	0,203	0,133	$\times P$ kg/qcm

Die Spannungsverteilung bei Versuch IX ist in Fig. 5 bildlich dargestellt.

Für die *gelochten Scheiben*, welche zu den *Versuchen VII und VIII* verwendet wurden, ist $R_a = 28$ cm, $R_i = 3$ cm, $\frac{R_a^2}{R_i^2} = \frac{28^2}{3^2} = \frac{784}{9} = 87,11$, $\frac{R_a^2}{R_a^2 - R_i^2} = 1,01$, $ln\ \frac{R_a^2}{R_i^2} = 4,467$, $ln\ R_i^2 = 2,197$; hiermit und mit $m = \frac{10}{3}$ erhält man aus Gleichung (7) und (8)

$$c_1 = -\frac{b}{2}\left[0,538 + 2,197 + 1,01\ .\ 4,467\right] = -\frac{b}{2}\ .\ 7,255$$

$$c_2 = -\frac{b}{4}\ \frac{m+1}{m-1}\ 1,01\ .\ 9\ .\ 4,467 = -\frac{b}{4}\ \frac{m+1}{m-1}\ .\ 40,6$$

Mit diesen Werten und $\lambda = \pm\frac{h}{2}$ liefert Gleichung (6)

$$\sigma_x = \mp\frac{3}{4}\ \frac{m+1}{\pi\, m}\ \frac{P}{h^2}\left[ln\, x^2 + 0,538 - 7,255 + \frac{40,6}{x^2}\right]$$

$$\sigma_y = \mp\frac{3}{4}\ \frac{m+1}{\pi\, m}\ \frac{P}{h^2}\left[ln\, x^2 - 0,538 - 7,255 - \frac{40,6}{x^2}\right]$$

zur Berechnung der Spannungen an der Scheibenoben- und Unterfläche bei Versuch VII und VIII.

Die *Spannungsverteilung bei Versuch VIII* ist hiernach folgende: ($h = 1,193$ cm) (vergl. oben).

Abstand aus der Scheibenmitte

$x =$	3	7	14	21	28	cm
$\sigma_x =$	0	0,435	0,268	0,117	0	$\times P$ kg/qcm
$\sigma_y =$	2,2	1,03	0,594	0,392	0,258	„ „
$res\ \sigma_y = \sigma_y - \frac{\sigma_x}{m} =$	2,2	0,9	0,512	0,357	0,258	„ „

Auch hier treten die Radialspannungen gegenüber den Ringspannungen stark zurück, wie schon oben hervorgehoben wurde.

Die Spannungsverteilung ist in Fig. 6 bildlich dargestellt.

Ein Vergleich der Fig. 3 und 6, d. h. der Spannungsverteilung in zwei gelochten Scheiben mit verschieden grosser Bohrung zeigt, dass die Spannungsverteilung gleichmässiger ist in der Scheibe mit der grösseren Bohrung. Die Spannungsverteilung in einer gelochten Scheibe wird in Richtung eines Durchmessers um so gleichmässiger, je grösser die Bohrung in der Mitte ist.

e) *Dehnungskoeffizient der Platten nach Gleichungen (9) und (13).*

Zur Berechnung des Dehnungskoeffizienten aus den Versuchen I und III mit den *vollen Scheiben* dient Gleichung (13), welche mit $R_a = 28$ cm, $R_i = 1,5$ cm, $\frac{R_a^2}{R_i^2} = 348,44$, $1 - \frac{R_i^2}{R_a^2} \infty 1$, $ln\ \frac{R_a^2}{R_i^2} = 5,853$ und $m = \frac{10}{3}$ übergeht in

$$\left.\begin{aligned} z' &= 0,75\ \frac{0,91}{\pi}\ 784\ \frac{P}{h^3}\ a\left[2,54 - 0,017\right]\\ &= 429,3\ \frac{P}{h^3}\ .\ a\end{aligned}\right\}\ (13\text{a})$$

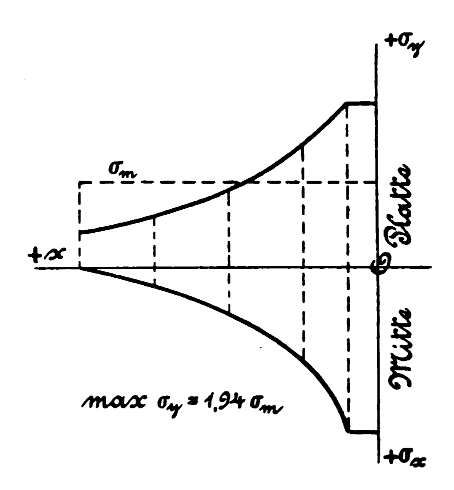


Fig. 5.
Spannungsverteilung bei Versuch IX.

Zur Berechnung des Dehnungskoeffizienten aus den Versuchen II, IV bis VI mit den *gelochten Scheiben* ($R_i = 1,5$ cm) dient Gleichung (9), welche mit den oben angegebenen Werten übergeht in

$$\left.\begin{aligned} z' &= 0,75\ \frac{0,91}{\pi}\ 784\ \frac{P}{h^3}\ a\left[2,54 + 1,86\ .\ \frac{5,853^2}{348,44 - 1}\right]\\ &= 463,9\ \frac{P}{h^3}\ a\end{aligned}\right\}\ (9\text{a})$$

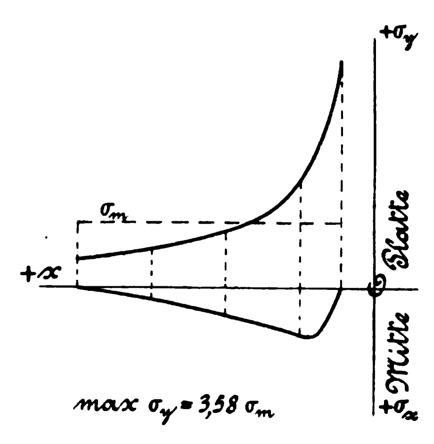


Fig. 6.
Spannungsverteilung bei Versuch VIII.

Zur Berechnung des Dehnungskoeffizienten aus den Versuchen VII und VIII mit den *gelochten Scheiben* ($R_i = 3$) liefert Gleichung (9) mit $R_a = 28$ cm, $R_i = 3$ cm, $\frac{R_a^2}{R_i^2} = 87,11$, $ln\ \frac{R_a^2}{R_i^2} = 4,467$, $1 - \frac{R_i^2}{R_a^2} = 0,988$:

$$\left.\begin{aligned} z' &= 0,75\ .\ \frac{0,91}{\pi}\ 784\ \frac{P}{h^3}\ a\left[2,54\ .\ 0,988\right.\\ &\left.+ 1,86\ \frac{4,467^2}{87,11 - 1}\right] = 500,7\ \frac{P}{h^3}\ a\end{aligned}\right\}\ (9\text{b})$$

Zur Berechnung des Dehnungskoeffizienten aus den Versuchen IX und X mit den *vollen Scheiben C und D* ($R_i = 3$ cm) liefert Gleichung (13) mit: $R_a = 28$ cm; $R_i = 3$ cm, $\frac{R_a^2}{R_i^2} = 87{,}11$, $ln\frac{R_a^2}{R_i^2} = 4{,}467$, $1 - \frac{R_i^2}{R_a^2} = 0{,}988$:

$$\left.\begin{aligned} z' &= 0{,}75\,\frac{0{,}91}{\pi}\,\frac{P \,.\, 784}{h^3}\,a\left[2{,}54 \,.\, 0{,}988 - \frac{4{,}467}{87{,}11}\right] \\ &= 418\,\frac{P}{h^3}\,a \end{aligned}\right\}\quad (13\text{b})$$

Eine Durchsicht der Versuchsergebnisse (Abschnitt b) zeigt, dass bis zu einer gewissen Belastung hin die *Durchbiegung proportional der Belastung P* in der Plattenmitte zunimmt. Ueber die Proportionalität zwischen Durchbiegung und Spannung vergl. unten (Abschnitt g, 1).

Zufolge *Versuch I* (S. 721) mit der $h = 1{,}616$ cm starken, vollen Scheibe A besteht Proportionalität zwischen Belastung und Durchbiegung, soweit der Versuch fortgesetzt wurde; einer Steigerung der Belastung um 3600 — 300 = 3300 kg entspricht nach der 6. Reihe des Versuchs I eine Zunahme des Biegungspfeils von 0,142 cm, sodass Gleichung (13a) für den reziproken Wert des Dehnungskoeffizienten (Elastizitätsmodul) liefert

$$\frac{1}{a} = E = \frac{429{,}3 \,.\, 3300}{1{,}616^3 \,.\, 0{,}142} = 2\,364\,000$$

Aus Reihe 7 des *Versuches III* (S. 722) mit der $h = 1{,}193$ cm starken, vollen Scheibe B ist ersichtlich, dass Durchbiegung und Belastung proportional sind zwischen $P = 300$ kg und $P = 2300$ kg; einer Steigerung der Belastung um 2300 — 300 = 2000 kg entspricht eine Zunahme des Biegungspfeils um 0,230 cm, so dass nach Gleichung (13a):

$$\frac{1}{a} = E = \frac{429{,}3 \,.\, 2000}{1{,}193^3 \,.\, 0{,}23} = 2\,198\,000$$

Reihe 5 des *Versuches II* (S. 721) mit der $h = 1{,}616$ cm starken, gelochten Scheibe A zeigt, dass Durchbiegung und Belastung proportional sind zwischen $P = 300$ und $P = 1500$ kg; einer Steigerung der Belastung um 1500 — 300 = 1200 kg entspricht eine Zunahme des Biegungspfeils um 0,056 cm, so dass nach Gleichung (9a)

$$\frac{1}{a} = E = \frac{463{,}9 \,.\, 1200}{1{,}616^3 \,.\, 0{,}056} = 2\,356\,000$$

das ist nahezu derselbe Wert, den die gleiche Platte A im ungelochten Zustande bei Versuch I ergeben hat.

Aus Reihe 4 des *Versuches IV* mit der $h = 1{,}193$ cm starken, gelochten Scheibe B geht hervor, dass Durchbiegung und Belastung proportional sind zwischen $P = 300$ und $P = 900$ kg; einer Steigerung der Belastung um 900 — 300 = 600 kg entspricht eine Zunahme des Biegungspfeiles von 0,075 cm, so dass nach Gleichung (9a) wird

$$\frac{1}{a} = E = \frac{463{,}9 \,.\, 600}{1{,}193^3 \,.\, 0{,}075} = 2\,186\,000$$

in naher Uebereinstimmung mit dem Werte, der für die gleiche Platte B im ungelochten Zustande bei Versuch II gefunden worden ist.

Platte A, welche bei Versuch I und II verwendet worden war, wurde auf $h = 1{,}257$ cm abgedreht und dem *Versuch V* unterzogen. Nach Reihe 6 des Versuches V sind Durchbiegung und Belastung proportional zwischen $P = 300$ kg und $P = 900$ kg; einer Steigerung der Belastung um 900 — 300 = 600 kg entspricht eine Zunahme der Durchbiegung von 0,06 cm, womit Gleichung (9a) liefert:

$$\frac{1}{a} = E = \frac{463{,}9 \,.\, 600}{1{,}257^3 \,.\, 0{,}06} = 2\,336\,000$$

das ist ein Wert, der sich nur um rund 1 v. H. von demjenigen unterscheidet, der für die gleiche Platte bei den Versuchen I und III gefunden worden ist.

Die Platte A wurde hierauf nochmals abgedreht auf $h = 1{,}024$ cm und sodann *Versuch VI* vorgenommen. Nach Reihe 5 dieses Versuches entspricht einer Steigerung der Belastung um 600 — 200 = 400 kg eine Zunahme des Biegungspfeiles von 0,073 cm, womit Gleichung (9a) gibt:

$$\frac{1}{a} = E = \frac{463{,}9 \,.\, 400}{1{,}024^3 \,.\, 0{,}073} = 2\,360\,000$$

das ist der Wert, den die gleiche Platte A bei Versuch I geliefert hatte.

Schliesslich wurde die Platte A *ausgeglüht* und da sie sich hierbei ein wenig verzogen hatte, soweit abgedreht, bis sie wieder eben war; nach dem Abdrehen war $h = 0{,}918$ cm, die Bohrung in der Mitte wurde auf 5,5 cm vergrössert und der Druck vom Presskolben mittels eines Druckrings (vergl. S. 706) von 6 cm Durchmesser ausgeübt. Einer Zunahme der Belastung von 800 — 200 = 600 kg, entspricht nach Reihe 3 oder 8 des *Versuches VII* eine Vergrösserung des Biegungspfeiles von 0,168 cm, womit nach Gleichung (9b) wird:

$$\frac{1}{a} = E = \frac{500{,}7 \,.\, 600}{0{,}918^3 \,.\, 0{,}168} = 2\,312\,000$$

Infolge des Ausglühens ist somit der Elastizitätsmodul ein wenig (2 %) kleiner geworden, als er sich aus Versuch I und VI ergeben hatte.

Auch die Platte B ($h = 1{,}193$ cm) wurde noch mit einer grösseren Bohrung ($R_i = 3$ cm) in der Mitte versehen und dem *Versuch VIII* unterworfen. Einer Steigerung der Belastung um 700 — 300 = 400 kg entspricht zufolge Reihe 4 bis 7 des Versuchs VIII (S. 723) eine Zunahme des Biegungspfeiles von 0,054 cm, womit nach Gleichung (9b) wird

$$\frac{1}{a} = E = \frac{500{,}7 \,.\, 400}{1{,}193^3 \,.\, 0{,}054} = 2\,184\,000$$

in Uebereinstimmung mit dem Wert, welcher an der gleichen Platte bei Versuch IV gefunden worden ist.

Zufolge Versuch IX (S. 723) mit der $h = 1{,}581$ cm starken vollen Scheibe C besteht Proportionalität zwischen Belastung und Durchbiegung bis $P = 3000$ kg; einer Steigerung der Belastung um 3000 — 300 = 2700 kg entspricht gemäss Versuchsreihe 7 eine Zunahme des Biegungspfeiles um 0,135 cm, sodass nach Gleichung (13b) wird:

$$\frac{1}{a} = E = \frac{418 \,.\, 2700}{1{,}581^3 \,.\, 0{,}135} = 2\,116\,000$$

Zufolge *Versuch X*, Reihe 3 und 6, mit der $h = 1{,}0085$ cm starken vollen Scheibe D besteht Proportionalität zwischen Belastung und Durchbiegung bis $P = 1{,}200$ kg; einer Steigerung der Belastung um 1200 × 200 = 1000 kg entspricht eine Zunahme des Biegungspfeiles von 0,193 cm, sodass nach Gleichung (13b) wird:

$$\frac{1}{a} = E = \frac{418 \,.\, 1000}{1{,}0085^3 \,.\, 0{,}193} = 2\,111\,000$$

Die vorstehend ausgerechneten Werte des Elastizitätsmoduls sind um 1,27 v. H. zu vermindern, da die Eichung des Instrumentes, mit dem die Durchbiegungen gemessen worden sind, ergeben hat, dass es den Biegungspfeil in dem benutzten Messbereich um 1,27 v. H. zu niedrig angezeigt hat. Die berichtigten Werte von $E = \frac{1}{a}$ sind:

für Versuch		
	I : $E = \frac{1}{a} =$	2 336 000
	II	2 326 000
	III	2 170 000
	IV	2 158 000
	V	2 307 000
	VI	2 330 000
	VII	2 283 000
	VIII	2 156 000
	IX	2 090 000
	X	2 084 000

(Schluss folgt).

Neuerungen an Fahrrädern.

(Fortsetzung von S. 776 d. Bd.)

c) Freilaufeinrichtungen. (*Free wheel*).

Die Freilaufeinrichtungen dienen dazu, das Kettenrad ausser Betrieb zu setzen, sodass die Füsse ohne Tretbewegungen auf den Kurbeln ruhen können. Die meisten

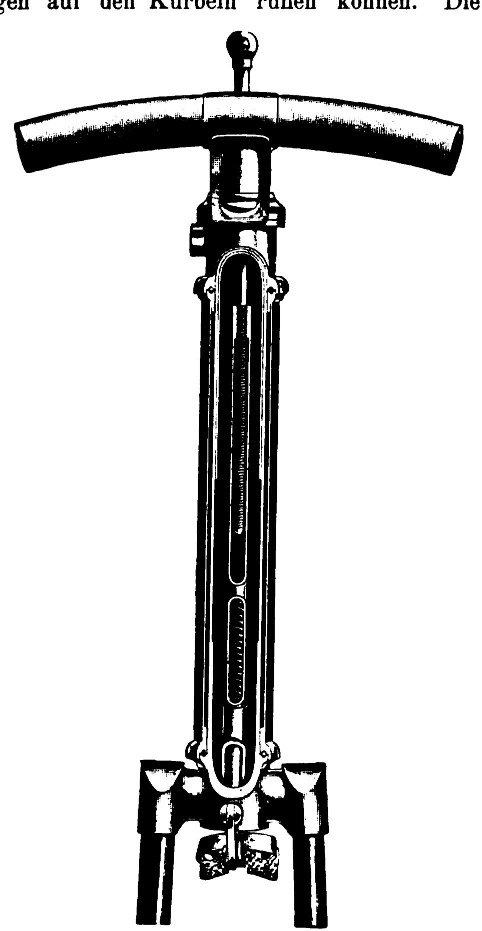


Fig. 124.
Reifenbremse der Brennabor-Fahrradwerke.

Fahrradwerke des In- und Auslandes haben diesen Einrichtungen seit ihrem Bekanntwerden grosse Beachtung geschenkt. Im Anfang waren diese Einrichtungen recht unvollkommen, aber auch nach Verbesserung der verschiedenen Systeme fanden sie bei den Radfahrern keine willige Aufnahme. Die Ursache lag darin, dass dem Fahrer bei starkem Gefälle die Herrschaft über sein Rad genommen wurde, da Gegentreten ausgeschlossen war. Um etwas Brauchbares zu schaffen, mussten Vorrichtungen ersonnen werden, welche imstande sind, die Wirkung des Freilaufes nach Belieben aufzuheben und sofort wieder herzustellen. Diese Aufgabe

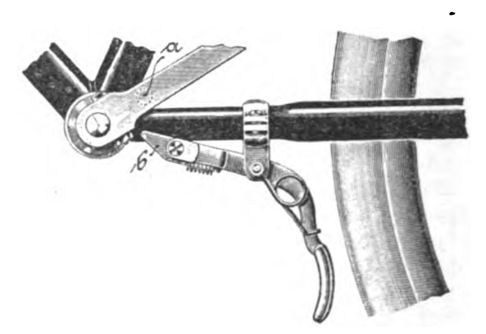


Fig. 125.
Rücktrittbremse der Cito-Fahrradwerke.

wurde nun in verschiedener Form gelöst, Die *Brennabor-Fahrradwerke* verwenden eine auf das Vorderrad wirkende Reifenbremse (Fig. 124). Ihr Gestänge ist innerhalb des Steuerrohres untergebracht und zwecks Verstellung des

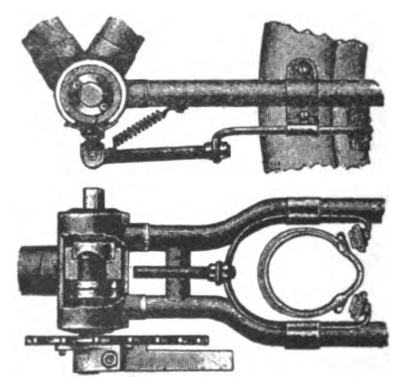


Fig. 126.
Rücktrittbremse.

Bremsschuhes mit Gewinde versehen. Ferner sind auch Bremsen in Anwendung, welche durch Rückwärtstreten der Kurbel betätigt werden. Eine solche zeigt Fig. 125. Sie

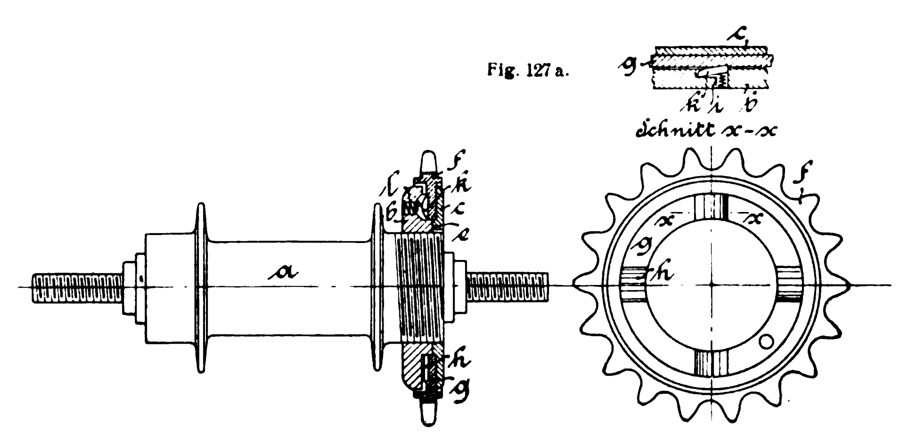


Fig. 127.
Freilaufnabe von Markt, Kirk und Merifield.

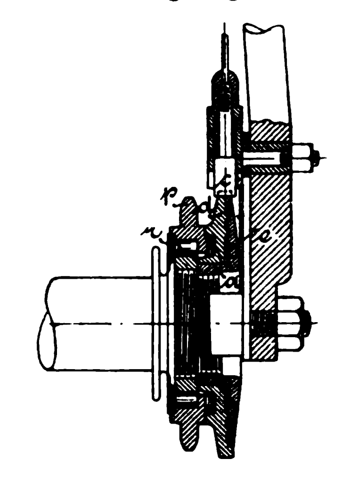


Fig. 128.
Freilaufnabe der Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.

bietet den Vorteil, dass bei zu starkem Bremsdruck der Kurbelstift *a* den Bremshebel *b* wieder freigibt, wodurch ein Festsetzen des Bremsschuhes ausgeschlossen ist.

Eine ebenfalls durch Gegentreten betätigte Bremse,



welche aber auf die Felge wirkt, zeigt Fig. 126. Bei ihr wird, sobald sich die Kurbeln nach rückwärts bewegen, mit der Tretkurbelachse eine Hülse gekuppelt, und dadurch die Bremsgabel so verschoben, dass sich die Bremsbacken fest gegen

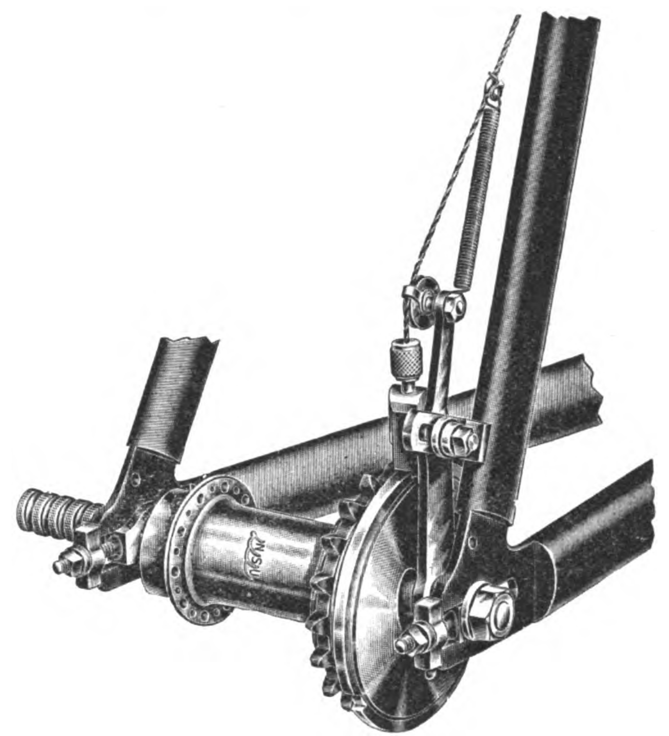


Fig. 129.
Freilaufnabe der Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.

die Felge legen. Beim Vorwärtstreten tritt diese Bremse sofort ausser Tätigkeit.

Der Freilaufmechanismus selbst besteht in der Haupt-

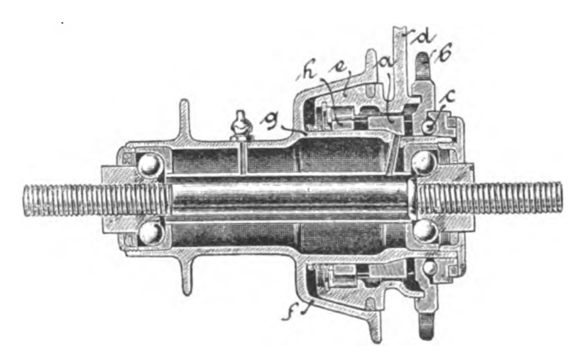
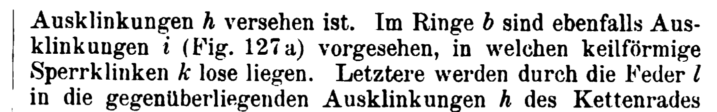


Fig. 130.
Freilaufnabe von Fichtel und Sachs.

sache aus einem Gesperre, welches das Kettenrad durch Anhalten der Tretkurbeln ausser Betrieb setzt. Eine solche Vorrichtung wurde *Ch.* u. *G. Markt* in London und *J. Howard Kirk*, *W. H. Merifield* in Eedington-Birmingham durch D. R.-P. 114708 geschützt.

Ausklinkungen h versehen ist. Im Ringe b sind ebenfalls Ausklinkungen i (Fig. 127a) vorgesehen, in welchen keilförmige Sperrklinken k lose liegen. Letztere werden durch die Feder l in die gegenüberliegenden Ausklinkungen h des Kettenrades



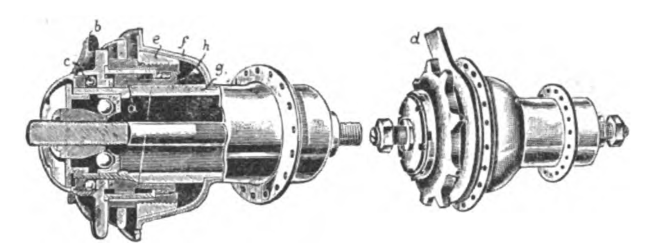


Fig. 132.
Freilaufnabe von Morrow.

gedrückt, sodass b und f beim Vorwärtstreten gekuppelt sind. Beim Anhalten der Kurbel geben die Sperrklinken k das Kettenrad frei.

Der Lauf des Fahrrades kann bei dieser Freilauf-

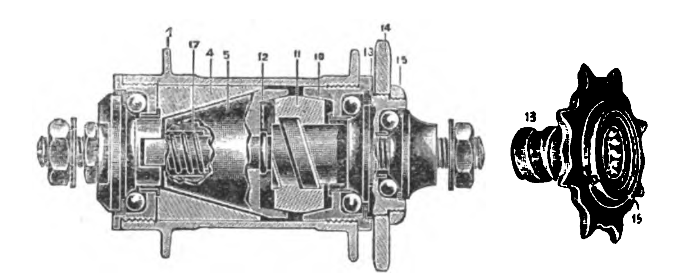


Fig. 133.
Freilaufnabe der Forsyt Mfg. Co.

einrichtung nicht wie bei der starren Anordnung des Antriebrades durch Gegentreten gehemmt werden, sondern nur durch Anwendung der Bremse. Die gewöhnliche Rücktrittbremse läuft sich jedoch hierbei leicht warm und zeigt ferner den Mangel, dass sie dem Fahrer nicht gestattet, die Fahr-

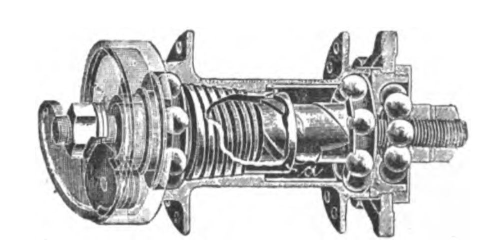


Fig. 134.
Freilaufnabe „New Departure".

geschwindigkeit gleichsam zu fühlen wie beim Gegentreten mit festem Antriebsrad. In neuester Zeit wird deshalb die Bremse meist mit in die Freilaufnabe eingebaut.

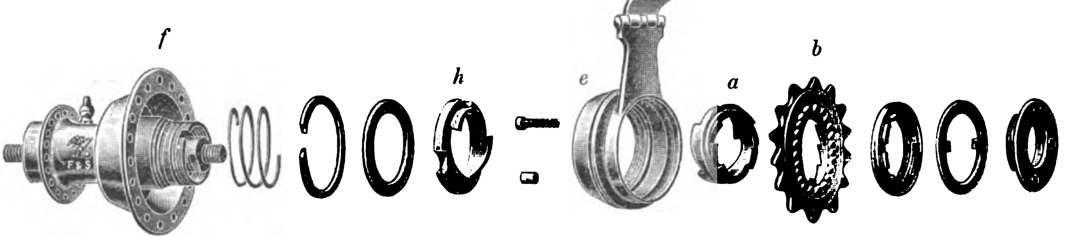


Fig. 131.
Einzelteile der Freilaufnabe von Fichtel und Sachs.

Wie Fig. 127 zeigt, besteht dieselbe aus zwei Scheiben b und c, die auf die Nabe a aufgeschraubt sind und mit ihren Flächen e gegeneinander stossen. Zwischen ihnen dreht sich das Kettenrad f, das an seinem Teil g mit mehreren

Fig. 128 zeigt eine Verbindung des Freilaufes mit einer Bremse, nach der Bauart der *Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.* in Neckarsulm. Der Kettenkranz p, der seitlich mit den Rollen a der Bremsscheibe d in Berührung steht, dreht sich

frei auf Rollen *r*. Die Scheibe *d* ist an ihrem Umfang mit Einkerbungen versehen, in welche die Sperrklinke *c* eingreift. Diese wird durch Federdruck mit *d* in Eingriff gehalten, kann jedoch jederzeit mittels Drahtzuges (Fig. 129) vom Sitz aus ausgelöst werden. Bei eingeschalteter Sperrklinke ist die Bremsscheibe in ihrer Drehung gehindert, wodurch sich die Rollen des Freilaufgesperres auslösen und somit das Kettenrad freigeben.

Tritt der Fahrer rückwärts, so stossen die Rollen *a* gegen die jetzt festgehaltene Scheibe *d* und pressen diese gegen die sich mit der Nabe drehende Scheibe *e*, wodurch Bremsung erzeugt wird.

Bei hochgezogener Sperrklinke tritt sofort wieder eine starre Verkupplung zwischen Kettenrad und Nabe ein.

Bei der Freilaufnabe der *Schweinfurter Präzisionskugellagerwerke von Fichtel und Sachs* in Schweinfurt a. M. kommt die Sperrklinke in Fortfall, der Freilauf wird lediglich durch Anhalten der Tretkurbeln erzielt. Beim Vorwärtstreten presst sich der Reibungsring *a* (Fig. 130 und 131) durch Aufsteigen seiner seitlichen Verzahnungen auf die gleichartige Gegen-

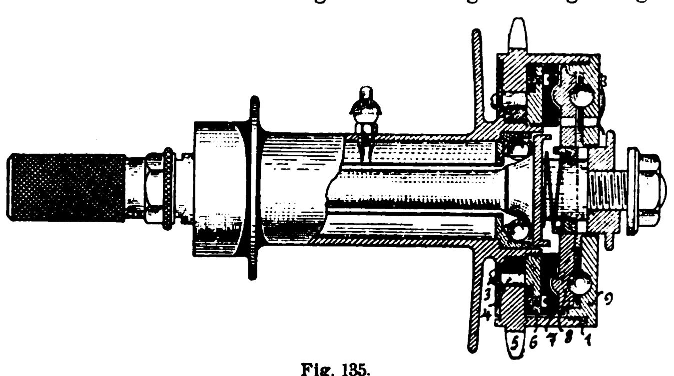


Fig. 135.
Freilaufnabe der Bismarck-Fahrradwerke G. m. b. H.

verzahnung des Kettenkranzes *b*, mit seiner konischen Bohrung auf die gleichfalls konische Reibfläche der Innenhülse *g* und kuppelt somit das Kettenrad mit der Nabe. Beim Anhalten der Tretkurbeln löst sich diese Kupplung sofort und lässt das Kettenrad *b* auf seiner unterliegenden Kugelreihe *c* frei laufen, indem die seitliche Verzahnung des Kranzes *b* den oben erwähnten Reibungsring *a* nach rechts bewegt. Hierdurch wird zugleich der Reibungskamm *h* infolge Aufsteigen seiner Spiralflächen auf die Gegenflächen des Reibungsringes *a* nach links gedrängt, und dadurch der in der Bremstrommel *f* liegende konische Bremsring *e* gegen die Wandung der Trommel *f* gepresst. Der Bremsring wird hierzu mittels eines am Fahrradrahmen befestigten Hebels *d* an seiner Drehung verhindert, während sich die Bremstrommel *f* mit der Nabe dreht. Beim Vorwärtstreten schaltet sich die Bremse sofort selbsttätig aus.

Bei dem verhältnismässig grossen Durchmesser der aussenliegenden Bremstrommel ist Warmlaufen der Bremse dadurch ausgeschlossen, dass die Trommel der vorbeistreichenden Luft genügend Kühlfläche bietet.

Sehr grosse Aehnlichkeit mit dieser Einrichtung hat die *Morrow*-Nabe (Fig. 132), in der die einzelnen Teile wie in Fig. 130 bezeichnet sind.

Bei der Freilaufeinrichtung der *Forsyt Mfg. Co.* in Buffalo, N. Y., ist die äussere Gestalt der gewöhnlichen Nabe vollständig gewahrt und die innere Einrichtung eine sehr einfache. Wie Fig. 133 zeigt, ist mit dem Kettenrad *14* die mit Schraubengängen versehene Hülse *13* fest verbunden, auf welcher sich der Kupplungsring *11* bewegt.

Beim Vorwärtstreten tritt dieser Ring *11* sofort in die mit der Nabe *1* verschraubte konische Büchse *10* hinein, wodurch das Kettenrad *14* mit der Nabe *1* verkuppelt wird.

Beim Anhalten der Kurbeln entkuppelt sich der Ring *11* von der Büchse *10* dadurch, dass er sich nach links dreht; das Kettenrad *14*, die Hülse *13*, sowie der Kupplungsring *11* stehen jetzt still, während sich die Nabe, und mit ihr das Rad, frei dreht. Wird nun Gegendruck auf die Kurbeln ausgeübt, so drängt sich der Kupplungsring *11* in die konische Vertiefung des Bremskegels *5* hinein und presst ihn gegen die Bremsfläche *4*. Sofort nach Einstellen des Gegendruckes gleitet durch die Drehung der Hülse *13* der Ring *11* nach rechts und gibt den Bremskegel frei, welcher dann durch Feder *17* von der Bremsfläche *4* abgedrängt und durch den auf der Radachse sitzenden Bund *12* in seiner Freilage gehalten wird.

Fig. 134 gibt die unter dem Namen „New-Departure" bekannte Freilaufeinrichtung (D. R.-P. 99728). Ihre Wirkungsweise dürfte aus der Abbildung ohne weiteres ersichtlich sein. Der Freilauf (rechts) ist der allgemein übliche. Die Bremsvorrichtung (links) wird durch die auf der Achse in der Längsrichtung verschiebbare Hülse *a* betätigt.

Die *Bismarck - Fahrradwerke G. m. b. H.* in Bergerhof (Rheinland) bringen einen Freilaufmechanismus (D. R.-P. 134215) in den Verkehr, dessen Neuerung hauptsächlich darin besteht, dass die Bremsscheibe mit der feststehenden Radachse durch ein einseitiges Gesperre verbunden und auf diesem achsial verschiebbar gelagert ist. Ausserdem ist nach Fig. 135 auf der Nabe der Laufring *3* befestigt, auf dem der Zahnkranz *5* mit Freilaufrollen *4* derart angeordnet ist, dass er sich bei Vorwärtsbewegung der Tretkurbeln mit der Nabe kuppelt. Dieser Zahnkranz ist mit einem Ringrand *1* versehen und bildet mit dem eingeschraubten Deckel *9* ein geschlossenes Gehäuse, durch welche die Achse hindurchreicht. In diesem Gehäuse ist auf der Gegenmutter *6* ein Ring *7* aus Vulkanfiber befestigt, und zwischen diesem und der Ringscheibe *9* eine mit Rollen *m* (siehe auch Fig. 136) versehene Scheibe *8* in der Längsrichtung der Achse verschiebbar angeordnet. Diese Laufrollen *m* sind in schräg nach aussen begrenzten Ausschnitten *n* der Scheibe *8* geführt und zwar derart, dass sich letztere bei der Vorwärtsbewegung des Kettenrades festläuft, beim Anhalten desselben sich aber frei auf der Achse dreht. Zwecks Bremseinrichtung sind in einer Laufrinne der Ringscheibe *9* Kugeln *p* eingelegt (siehe auch Fig. 137), die auf schräg ansteigenden Ausfräsungen *q* der Scheibe *8* laufen. Diese Kugeln liegen nun beim Vorwärtsbewegen oder Anhalten der Kurbeln in den tiefsten Stellen der Ausfräsungen, werden jedoch beim Rückwärtsbewegen der Kurbeln an das andere Ende geführt, wodurch die Scheibe *8* achsial verschoben, und gegen den sich mit der Nabe drehenden Vulkanfiberring *7* gepresst wird.

Diese letzteren Einrichtungen sind zur Zeit die gebräuchlichsten, doch sollen im folgenden noch einige andere Anordnungen besprochen werden.

G. H. Cheney in Rochester (V. St. A.) ordnet nach seinem D. R.-P. 134889 auf der Kettenradnabe *a* (Fig. 138 bis 140) die verschiebbare Schraubenmutter *b* an. Dieselbe dient zum Antrieb einer aus zwei Reibungskegeln *c* und *d* bestehenden Kupplung, die sich gegen die Einschnürung *e* der Nabe *z* legt und so das Rad mitnimmt, während sich beim Bremsen der Kegel *d* gegen das eine Ende der Nabe, und der Kegel *c* gegen einen Ring (Fig. 141) von seitlich

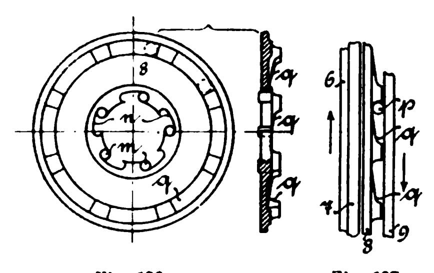


Fig. 136. Fig. 137.
Freilaufnabe der Bismarck-Fahrradwerke G. m. b. H.

verschiebbaren Bremsklötzen *m*, *n*, *o*, *p* legt und diese gegen die Bremsfläche *r* presst. Die Bremsklötze, die einen zylindrischen Teil des Kupplungskegels *c* umschliessen, sind mit einer Lippe *f* versehen, welche durch die Wirkung eines die Bremsklötze zusammenhaltenden, federnden Ringes *g* immer in leichter Berührung mit dem Kupplungskegel *c* gehalten wird, um auf diese Weise ein Drehen desselben zu verhindern. Die Wirkung ist folgende:

Wird der Kupplungskegel *c* gegen die schräge Fläche *r* der Bremsklötze *m*-*p* gepresst, so werden die letzteren nach aussen gegen den Reibungsring *q* bewegt. Hierbei überwindet der Druck des Kegels *c* den der Feder *g* und das Nachaussengehen der Bremsklötze wird dadurch gefördert, dass sie gegen die geneigte Fläche *s* der Kappe *t* gepresst

werden. Gleichzeitig wird der achsiale Druck des Kegels *c* durch die Mutter *b*, Kegel *d*, Ring *u* und die Kappe *i* aufgenommen.

Bei Drehung der Nabe *z* und der gegen sie gepressten Bremsklötze tritt naturgemäss jetzt das Bestreben auf, dass sich der Bremsring *k* mit ihr drehen will, doch wird derselbe durch die um den Block *l* gelegenen, einzelnen Teile des Bremsringes gegen die Winkelkanten des Blockes gekeilt, und da letzterer durch den Arm *v* festgehalten wird, wirkt die Keilung derart auf die Nabe, dass die Reibungs- und Bremswirkung verstärkt wird. Fig. 138 zeigt die eingeschaltete Bremse, während Fig. 139 dieselbe ausgeschaltet, d. h. den Antrieb auf das Rad zeigt; eine Zwischenstellung bewirkt den Freilauf.

Bei den bisher besprochenen Freilaufeinrichtungen findet die Kupplung des Kettenkranzes mit der Nabe durch Vermittlung schräger Flächen statt, wobei der lose Mittelring zwischen Kettenkranz und Nabe festgeklemmt wird. Diese Anordnung hat jedoch den Nachteil, dass die Rückkehr des Ringes in die Anfangsstellung beim Uebergange zum Freilauf erschwert wird.

G. H. Banister in Woolwich (Engl.) will diesem Uebelstande dadurch abhelfen, dass er nach seinem D. R.-P. 132906 schräge Anlaufflächen nur zum Einrücken der Kupplung benutzt, zum Antrieb des Rades aber die Bewegung des Kettenrades durch ebene Druckflächen auf die Nabe übertragen lässt, die senkrecht zur Drehebene stehen und nach Einrücken der Kupplung zur Wirkung kommen.

Erreicht wird dies, nach Fig. 142, wie folgt: Das auf der Nabe mittels der Kugelreihe *e* freilaufende Kettenrad *a* ist mit Vorsprüngen a_1, die schräge Auflaufflächen a_2 besitzen, versehen. Diese wirken beim Vorwärtsdrehen des Rades *a* gegen die Auflaufflächen c_2 der Vorsprünge c_1 des losen Zwischenringes *c* und bringen letzteren durch Verschieben nach rechts mit dem mit der Nabe fest verbundenen Kupplungsteil *d* in Eingriff.

Ausserdem ist der Kettenkranz mit Ansätzen a_3 versehen, welche gegen besondere Ansätze c_4 des Zwischenringes *c* wirken und die erwähnten, senkrecht zur Drehungsebene gestellten Anschlagflächen besitzen. Diese Ansätze sind zu den mit schrägen Auflaufflächen versehenen Ansätzen derart angeordnet, dass sie erst dann zur Wirkung kommen, wenn durch die Ansätze a_1, c_1 die zum Einrücken der Kupplung genügende Verschiebung des Ringes *c* stattgefunden hat. Der Zwischenring wird also nach Inwirkungtreten der Ansätze a_3 und c_4 nicht weiter verschoben.

Damit derselbe jedoch bei freilaufendem Rade selbsttätig in die Anfangsstellung zurück gelangt, sind an dem Kupplungsteil *d* Zähne d_1 angeordnet, welche mit in der Drehrichtung der Nabe gestellten Auflaufflächen versehen sind, die gegen schräge Auflaufflächen der Kupplungszähne c_3 des Zwischenringes im Sinne der Rückführung desselben in die Anfangsstellung wirken. Diese Flächen sind bei der Vorwärtsbewegung des Kettenkranzes unwirksam, da beim Antrieb nur die erwähnten, senkrechten Zahnflächen in Wirkung treten. Bei festgehaltenen Tretkurbeln wird der Ring *c* dagegen in die Anfangsstellung zurückgeschoben, so dass das Rad vollkommen frei läuft.

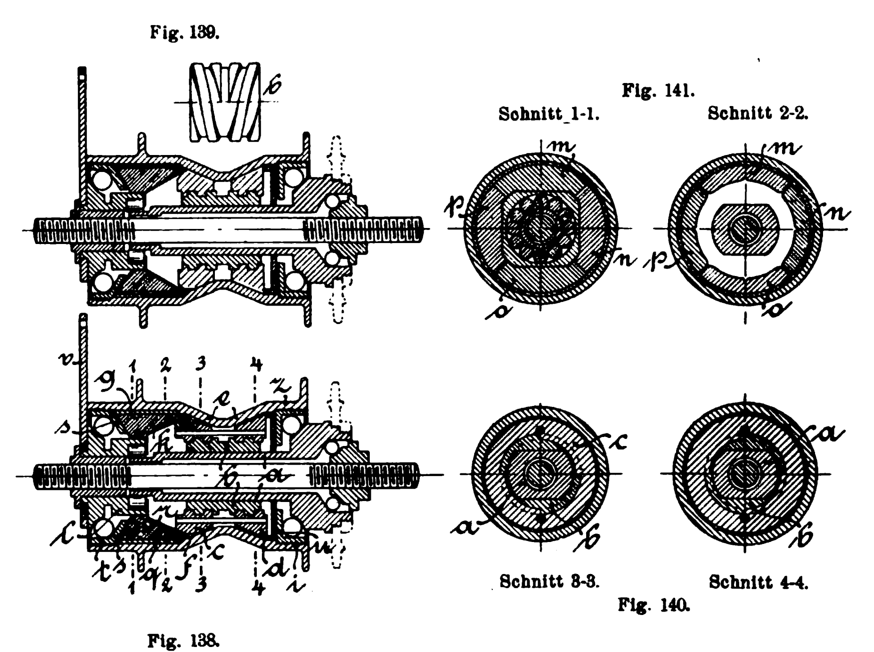
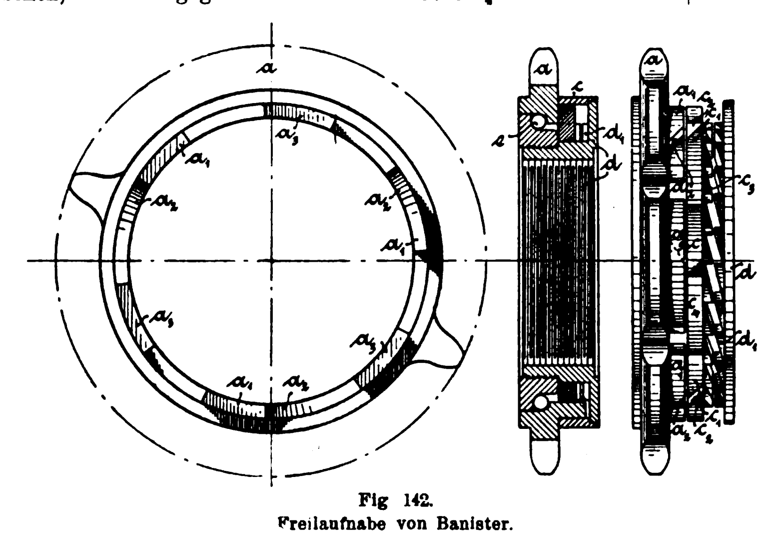


Fig. 138.

Freilaufnabe von Cheney.


Fig 142.
Freilaufnabe von Banister.

Abweichend von den bisherigen Bremsanordnungen ist diejenige von *J. Küster* in Charlottenburg. Die Einrichtung ist folgende: Das Kettenrad *k* (Fig. 143) ist auf der Büchse *b* und der mit Einkerbungen *e* versehene Ring *a* auf der Tretkurbelachse befestigt. Zwischen diesem Ring und der Innenfläche der Büchse *b* sind Gesperrerollen g_1 g_2 angeordnet. Erstere bewirken, dass beim Drehen der Achse in der Pfeilrichtung die Büchse *b* mitgenommen wird, letztere dagegen wirken mit dem Ring *r* zusammen, welcher durch ein kleines, gegen das feststehende Kurbellagergehäuse wirkende Gesperre g_3 nur vorwärts, d. h. in der Pfeilrichtung, nicht aber rückwärts drehbar ist.

Die Wirkung ist folgende: Bei Drehung der Achse in der Pfeilrichtung wird durch das Gesperre g_1 die Büchse *b* mit dem Kettenrad *k* mitgenommen. Durch den im gleichen Drehungssinne mitgezogenen Führungsring *r* werden die Rollen g_2 in den Vertiefungen der Einkerbungen *e* festgehalten. Dreht sich nun das Kettenrad mit der Büchse *b* weiter, während die Tretkurbeln festgehalten werden, was zufolge der Richtung des Gesperres g_1 möglich ist, so verharren die Rollen g_2 an den tiefsten Stellen von *e*, solange die Füsse stillstehen. Wird dagegen durch kurze Rückwärtsbewegung der Tretkurbeln deren Achse mit dem Ringe *a* etwas entgegen der Pfeilrichtung gedreht, so können die Rollen g_2 nicht rückwärts folgen, weil sich der mit ihnen zusammenwirkende Führungsring *r* infolge der Wirkung des Kugelgesperres g_3 nicht rückwärts bewegen kann. Durch die Rückwärtsdrehung von *a* werden die Rollen infolge der schrägen Form der Einkerbungen *e* gegen die Innenfläche der Büchse *b* gepresst; sobald diese Pressung genügend gross geworden ist, nimmt die mit dem Kettenrade weiter umlaufende Büchse *b* die Tretkurbelachse mittels des Gesperres g_2 mit, wobei durch stetes Gegentreten der Gang des Fahrrades gehemmt wird.

Dieselbe Einrichtung jedoch in Verbindung mit der

Hinterradnabe zeigt Fig. 144. Die Gesperrollen g_1 wirken in der gleichen Weise wie die üblichen Freilaufklemmrollen, während beim Gegentreten die Gesperrollen g_2 in Wirkung kommen. Die Gesperrkugeln g_3 wirken gegen den feststehenden Lagerkegel auf der Achse und verhindern die Rückwärtsbewegung des Führungsringes r.

Erfolgt nun durch kurze Rückwärtsbewegung der Tretkurbeln eine geringe Rückwärtsdrehung des Kettenkranzes k,

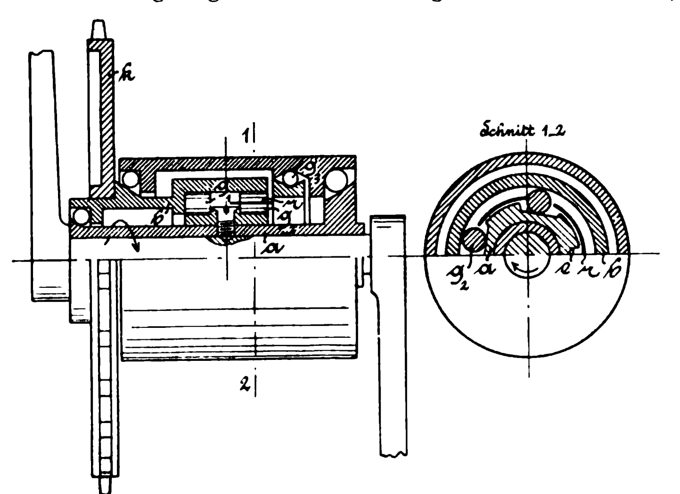


Fig. 143.
Freilauf am Tretkurbellager von Küster.

so werden die Klemmrollen g_2, welche durch den stillstehenden Ring r gegen Rückwärtsbewegung gesperrt sind, in einen zwischen dem Kettenkranz k und dem Nabenringe gebildeten Hohlraum von keilförmigem Querschnitt gepresst. Der Kettenkranz erhält durch die Nabe n eine Vorwärtsdrehung, welche sich auf die Tretkurbeln überträgt, wobei ein stetes Gegentreten ermöglicht wird. Um beim Beginn des Vorwärtstretens zu bewirken, dass die Rollen g_2 tunlichst schnell aus

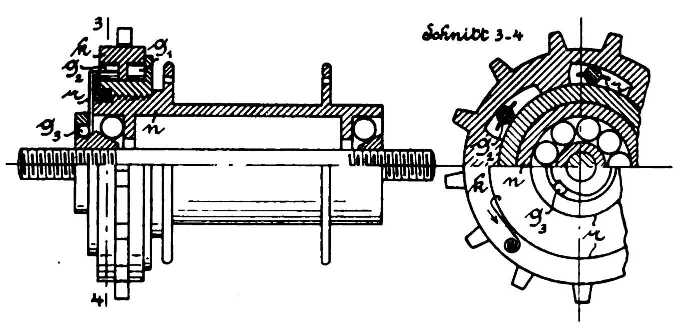


Fig. 144.
Freilauf in der Hinterradnabe von Küster.

der Spitze des keilförmigen Hohlraumes in den weiteren Teil desselben gelangen und in diesem verharren, ist am Kettenkranz eine Feder angebracht, welche bestrebt ist, den Ring r nach rückwärts zu ziehen.

Ausser diesen Einrichtungen bestehen noch solche, bei denen die Verkupplung des Zahnkranzes mit der Nabe dadurch stattfindet, dass beide mit Gewinde versehen sind, reinigkeiten ansammeln. Diese werden nun, sobald die Tretkurbeln wieder im antreibenden Sinne gedreht werden, zwischen Bund und Kettenkranz gepresst, wodurch nicht nur grosse Abnützung der einzelnen Teile stattfindet, sondern auch das Auskuppeln erschwert wird.

Diesem abzuhelfen, ordnet *A. Morgan* in Linton (England)

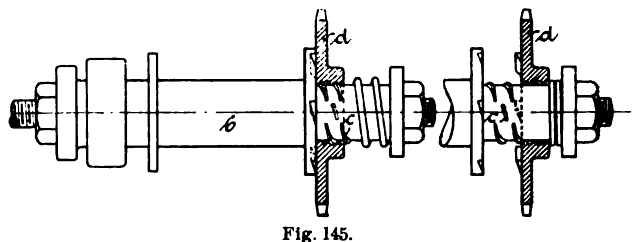


Fig. 145.
Freilaufnabe von Morgan.

nach seinem D. R.-P. 128235, statt des durchgehenden Gewindeganges einen solchen aus einer Anzahl kurzer Gewindeteile c bestehenden an (Fig. 145), die in der Gangrichtung einen möglichst grossen Raum zwischen sich belassen. Hierdurch wird der Schmutz, sobald der Kettenkranz d mit der Nabe b gekuppelt wird, auch mehr oder weniger mit ersteren herumgedreht und durch die Gewindezähne c derart zerschnitten und aufgelockert, dass er grösstenteils schon vor dem Gewinde herabfällt, also ehe der Kettenkranz mit der Nabe gekuppelt ist.

Fig. 146.
Umschaltevorrichtung zur Freilaufnabe von Fichtel und Sachs.

Um auch den Ungeübten in die Lage zu setzen, gleich ein Fahrrad mit Freilaufeinrichtung zu benutzen, haben *Fichtel* und *Sachs* eine Einrichtung getroffen, um den Freilauf samt der Bremse zeitweilig ausser Tätigkeit zu setzen, sodass das Fahrrad genau wie ein solches mit fester Nabe wirkt. Der Anfänger ist also somit in der Lage, sich allmählich mit dem Freilauffahren vertraut zu machen.

Ausserdem hat diese Einrichtung den Vorteil, dass bei Unbrauchbarkeit eines Pedales durch Sturz usw. nach Abstellung des Freilaufes das Fahrrad mit dem noch verbleibenden Pedal weiter gefahren werden kann, während bei der nichtausschaltbaren Freilaufeinrichtung infolge des toten Punktes niemals mit einem Pedal gefahren werden kann.

Das Ein- und Ausrücken des Freilaufes, der, wie Fig. 147 zeigt, sich von demjenigen Fig. 130 und 131 nur durch den Ausschalthebel unterscheidet, geschieht, während das Rad ruht, durch Rechts- oder Linksdrehen des Knopfes u (Fig. 146 und 147), wodurch der Sperrzahn q entweder in den Hebel p hineintritt und dadurch den Freilauf samt Bremse ausschaltet, oder aber er tritt, wie in der Figur dargestellt ist, aus dem Hebel p heraus und kuppelt den Freilauf.



Fig. 147.
Einzelteile der ausschaltbaren Freilaufnabe von Fichtel und Sachs.

wodurch sich der Kettenkranz beim Vorwärtstreten gegen einen Bund der Nabe presst und so diese mitnimmt. Beim Gegentreten jedoch entfernt sich der Kettenkranz von diesem Bunde und gibt die Nabe frei. Diese Einrichtungen haben den Nachteil, dass sich in die nun blosgelegten Gewindegänge, besonders beim Befahren schmutziger Strassen, Un-

Um diese Tätigkeit auch wärend der Fahrt ausführen zu können, wird an der in t drehbaren Scheibe r ein kleiner Hebel (Fig. 147) angebracht, welcher durch eine Zugvorrichtung mit einem am oberen Rahmenrohr gelagerten Schalthebel in Verbindung steht.

(Fortsetzung folgt).



Die Anwendung von Kraft- und Seileck auf die Berechnung der Beton- und Betoneisenkonstruktionen.

Von **Paul Weiske**, Diplom-Ingenieur und Kgl. Oberlehrer in Cassel.

Schluss von S. 771 d. Bd.

III.

Beton-Eisenträger.

Das Trägheitsmoment des armierten Betonquerschnittes hat die Form:

$$J_A = J_0 + F \cdot z^2 + (n-1)\,[J_d + F_d \cdot z_d^2] + (m-1)\,[J_e + F_e \cdot z_e^2].$$

Zu dem früheren Werte des Trägheitsmomentes J_n ist hinzugetreten der Beitrag der Eiseneinlage

$$(m-1)\,[J_e + F_e \cdot z_e^2].$$

In diesem Ausdruck bedeutet:

$$m = \frac{E_e}{E_s}$$

das Verhältnis der Elastizitätsmodule des Eisens und des Betonsaufzug, J_e das Trägheitsmoment der Eiseneinlage in bezug auf seine eigene Schwerpunktsachse, F_e den Eisenquerschnitt und z_e den Abstand des Schwerpunkts der Eiseneinlage von der Nullinie.

Ist die Eiseneinlage mehrteilig, insbesondere in verschiedener Höhe des Betonquerschnittes verteilt, so soll der Ausdruck die Summe der einzelnen Beträge vorstellen. Eiseneinlagen in der Druckzone sind mit dem $[m-(n-1)]$ Betrage einzuführen. Der Wert J_A lässt sich wieder mit Hilfe von Kraft und Seileck konstruieren.

Es werden zunächst nur Rundeiseneinlagen in der Zugzone vorausgesetzt, deren eigenes Trägheitsmoment vernachlässigt werden kann. Die Konstruktion ist ohne weiteres nach dem vorhergehenden aus Fig 6. ersichtlich.

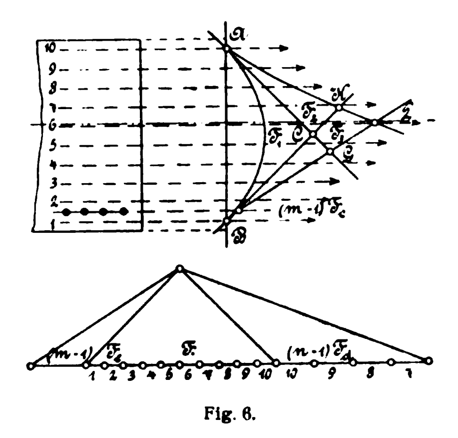


Fig. 6.

Man erkennt sofort die Beiträge der einzelnen Summanden in der Gleichung für J_A.

F_1 ist der Beitrag des Betonquerschnittes unter Annahme eines konstanten Elastizitätsmodul E_s.

F_2 der Beitrag der Druckzone, F_3 der Beitrag der Eiseneinlage.

Das gesamte Trägheitsmoment ist:

$$J_A = 2\,H\,(F_1 + F_2 + F_3).$$

Die Nullinie geht:

a) durch C, wenn der Träger nicht armiert wäre und ein konstanter Elastizitätsmodul, gleich für Zug und Druck, vorausgesetzt wird;

b) durch G, wenn der Träger armiert ist und der Elastizitätsmodul des Betons auf Zug und Druck mit einem Mittelwert eingeführt wird, welcher der m Teil des Elastizitätsmoduls E_e ist. (Das Eisen wird dann mit dem $m$fachen Betrage eingeführt);

c) durch K, wenn der Träger nicht armiert wäre, und wenn ein verschiedener Elastizitätsmodul des Betons auf Zug und Druck eingeführt wird;

d) durch L, wenn der Träger armiert ist, und wenn ebenfalls die Verschiedenheit der Elastizitätsmodule auf Zug und Druck berücksichtigt wird.

Man erkennt, dass die Nullinie mit wachsendem Wert von n bei gesteigerter Beanspruchung nach oben strebt, aber auch durch den grösser werdenden Anteil des Eisens wieder nach unten verschoben wird, da auch m wächst, solange der Elastizitätsmodul des Eisens noch konstant ist.

In gleicher Weise steigern sich mit wachsenden n und m die Beiträge der Druckzone und des Eisens F_2 und F_3. Die Spannungen wachsen also langsamer bei zunehmender Belastung. Bei grösseren Werten von n und m wird die D-Linie flacher und die Neigung der Einflusslinie des Eisens EL flacher, sodass F_2 und F_3 grösser wird.

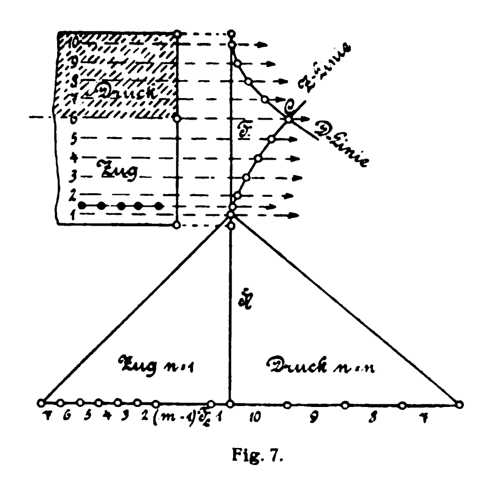


Fig. 7.

Sind an Stelle der Rundeisen Träger einbetoniert, so berücksichtigt man ihr eigenes Trägheitsmoment, indem man die Eisenflächen in einzelne Parallelstreifen zerlegt, dann wird aus der Geraden EL ebenfalls ein Polygon.

Wenn auch die angegebene Anordnung grosse Vorzüge hat, da man den Einfluss jedes einzelnen Summanden in der Gleichung für das Trägheitsmoment vor Augen sieht, so empfiehlt sich wieder für den Gebrauch in der Praxis die zweite Anordnung, die oben bei der Besprechung der Betonträger ohne Eiseneinlagen besprochen wurde.

Man verzeichnet genau so wie dort die D-Linie und Z-Linie. Im Kräftezug der Zugzone wird das Eisen an der richtigen Stelle mit dem $(m-1)$ fachen Betrage, im Kräftezuge der Druckzone mit dem $(m-n)$ fachen Betrage eingeführt, während in der Betondruckzone die einzelnen Flächenkräfte mit dem $n$fachen Betrage einzuführen sind. Die D-Linie und Z-Linie schneiden sich im Punkte C, durch diesen Punkt geht auch die Nullinie des Querschnittes Fig. 7.

Bei höheren Werten von n und m werden D-Linie und Z-Linie flacher, wodurch die J-Fläche vergrössert wird.

Sind nur Eiseneinlagen in der Zugzone und ist der Querschnitt rechteckig, so ist die D-Linie eine Parabel, während die Z-Linie aus Parabelteilen besteht.

Die Flächenbestimmung geschieht für die Parabelflächen, die ihre Scheitel in A und B haben nach der Parabelflächenformel, für die übrigen Teile nach der *Simpson*schen Regel.

Für Plattenbalkenquerschnitte erhält auch die D-Linie einen Knick, wenn die Druckzone aus der Platte und einem Teil des Balkens besteht.

Zwei Beispiele werden die grosse Einfachheit des Verfahrens erläutern.

1. Ein Betoneisenquerschnitt von 100 cm Breite, 12 cm Höhe und 10 Rundeiseneinlagen mit 1,6 cm Durchmesser

und mit $F_e = 20,1$ cm² wird durch ein Biegungsmoment von 96000 cm/kg beansprucht, gesucht werden die Spannungen.

Im Mittel wird angenommen

$$E_d = 200000$$

$$E_z = \frac{200000}{3}$$

$$E_e = 2000000$$

also $n = \frac{E_d}{E_z} = 3$, $m_1 = \frac{E_e}{E_d} = 10$, $m = \frac{E_e}{E_z} = 30$. —

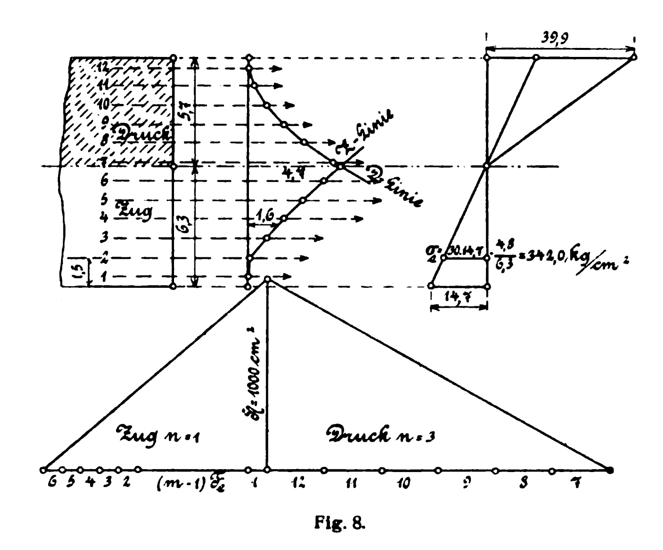


Fig. 8.

Die graphische Lösung der Aufgabe ist aus Fig. 8 ersichtlich.

Das Trägheitsmoment ergibt sich wie folgt. Der Beitrag der Druckzone wird nach der Parabelformel bestimmt, derjenige der Zugzone nach der *Simpson*schen Regel.

$$F = \frac{H}{6}[4\,y_m + y_1] \text{ siehe oben.}$$

Demnach ist der Inhalt der J-Fläche

$$F = \frac{5{,}7\,.\,4{,}7}{3} + \frac{6{,}3}{6}[4\,.\,1{,}6 + 4{,}7]$$

$$= 8{,}930 + 11{,}655 = 20{,}585 \text{ cm.}$$

$$J = 2\,H\,.\,F = 20{,}585\,.\,2\,.\,1000 = 41{,}170 \text{ cm}^4$$

und

$$W_z = \frac{J}{e_z} = \frac{41170}{6{,}3} = 6535 \text{ cm}^3$$

und

$$W_d = \frac{J}{e_d\,.\,n} = \frac{41170}{3\,.\,5{,}7} = 2407 \text{ cm}^3.$$

Demnach ist

$$\sigma_{zug} = \frac{M}{W_z} = \frac{96000}{6535} = 14{,}7 \text{ kg/cm}^2$$

und

$$\sigma_d = \frac{M}{W_d} = \frac{96000}{2407} = 39{,}9 \text{ kg/cm}^2$$

und

$$\sigma_e = 30\,.\,147,\,.\,\frac{4{,}8}{6{,}3} = 342 \text{ kg/cm}^2$$

Rechnerisch war ermittelt:

$$e_d = 5{,}66,\ e_z = 6{,}34,\ J = 40311 \text{ cm}^4$$

$$W_z = 6358 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_z = 15{,}1 \text{ kg/cm}^2 \text{ und } \sigma_d = 40{,}1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{und } \sigma_e = 345{,}8 \text{ kg/cm}^2.$$

2. Gesucht wird die Tragfähigkeit des in Fig. 5 dargestellten Plattenbalkens, welcher durch 4 Rundeisenstangen mit Durchmesser 26 mm armiert ist. Die Rundeisen sind paarweise übereinander angeordnet.

Der Betonquerschnitt ist:

$$F_b = 150\,.\,10 + 30\,.\,20 = 1500 + 600 = 2100 \text{ cm}^2.$$

Der Eisenquerschnitt ist:

$$F_e = 4\,.\,5{,}31 = 21{,}24 \text{ cm}^2.$$

Es ist also $\frac{F_e}{F_b}$ rund $\frac{1}{100}$.

Die Nullinie fällt gerade in die Plattenunterkante. Die Flächenberechnung der J-Fläche geschieht im Druckteil wieder nach der Parabelformel, im Zugteil nach der *Simpson*schen Regel.

Es ist: $F = \frac{1}{3}\,.\,10\,.\,22{,}5 + \frac{30}{6}\,.\,[4\,.\,7{,}0 + 22{,}5]$

$$= 75 + 252{,}5 = 327{,}5 \text{ cm}^2.$$

Mit $H = 1000$ qcm ergibt sich

$$J = 2\,.\,H\,.\,F = 2\,.\,1000\,.\,327{,}5 = 665000 \text{ cm}^4.$$

Demnach ist: für $n = 3$

$$W_d = \frac{J}{n\,e_d} = \frac{665000}{3\,.\,10} = \frac{665000}{30} = 22166 \text{ cm}^3$$

und $W_z = \frac{J}{e_z} = \frac{665000}{30} = 22166$ cm³.

Setzt man

$$\sigma_z = 20 \text{ kg/cm}^2$$

fest, so ist auch

$$\sigma_d = 20 \text{ kg/cm}^2$$

und die Eisenspannungen, durch Aufzeichnen des Diagramms bestimmt, ergeben sich zu: in der unteren Einlage

$$\sigma_e = m\,.\,18{,}0 = 540 \text{ kg/cm}^2$$

in der oberen Einlage

$$\sigma_e = m\,.\,14{,}5 = 435 \text{ kg/cm}^2$$

Das Biegungsmoment, welches der Querschnitt mit diesen Spannungen aufnehmen kann, ist

$$M = 20\,.\,W = 20\,.\,22166 = 443320 \text{ cm/kg}$$

Für $p = 1000$ kg/qm einschliesslich Eigengewicht bestimmt sich die Länge des Balkens aus der Gleichung

$$p\frac{l^2}{8} = \frac{10\,.\,1{,}5\,.\,l^2}{8} = 443320$$

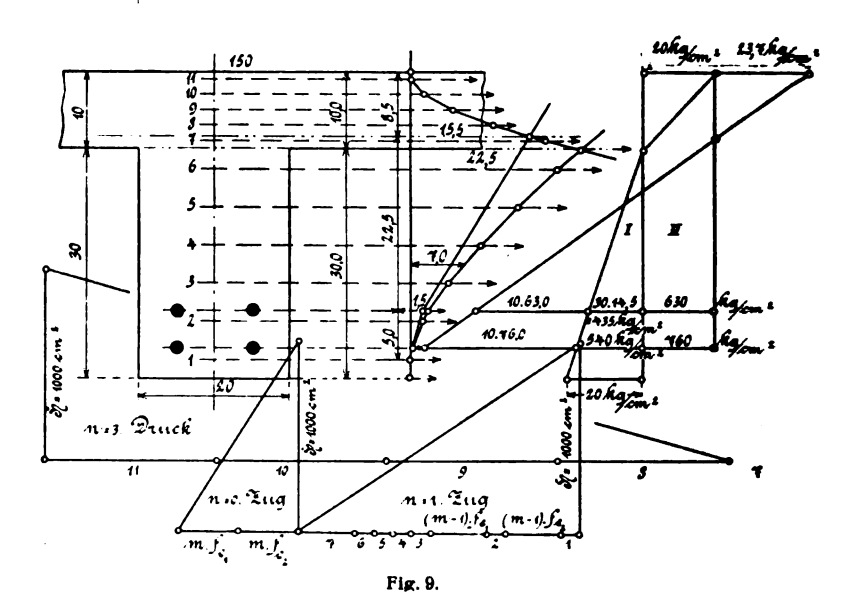


Fig. 9.

$$l^2 = \frac{8\,.\,443320}{15} = 236437$$

$$l = \sqrt{236437} = 4{,}87 \text{ m,}$$

Berechnet man für dieses Moment die Spannungen unter Ausschluss der Zugspannungen des Betons, indem man die ganzen Zugspannungen dem Eisen zuweist, so ist für $m_1 = 10$ -

$$\sigma_d = 23{,}7 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma_e = 760$ kg/cm² in der unteren Eiseneinlage (s. unten).

In der Praxis ist es vielfach üblich, die Zugspannungen

des Betons überhaupt zu vernachlässigen und die ganzen Zugspannungen dem Eisen zuzuweisen.

Man erhält dann natürlich die Eisenspannungen zu hoch. Auch auf diesen Annahmefall lässt sich die Methode zur Bestimmung der Nullinie und der Spannungen verwenden.

Es werden bei der Konstruktion der Z-Linien die Flächenstreifen der Betonzugzone einfach ausgeschaltet, und das Eisen wird mit dem m_1 fachen Querschnitt eingeführt, während die Betondruckzone nur mit dem einfachen Betrage in Rechnung gesetzt wird.

Ist jedoch die Untersuchung mit Berücksichtigung der Zugspannungen bereits durchgeführt, so kann man die für den Zustand n verzeichnete D-Linie benutzen, wenn man bei der Konstruktion der Z-Linie das Eisen mit dem $n \, . \, m_1 = m$ fachen Werte einführt. Man muss dann die J-Fläche durch n dividieren.

Zur Erläuterung des Verfahrens ist im vorigen Beispiele (Fig. 9) mit demselben Polabstand H ein neues Krafteck für die Zugzone gezeichnet, auf dem Kräftezug sind die 30fachen Werte der beiden Eisenquerschnitte aufgetragen.

Die zugehörige Z-Linie besteht aus 2 Graden, weil die Rundeisen in 2 verschiedenen Höhen eingebettet sind, die neue Z-Linie schneidet die D-Linie etwas höher, wie die alte Z-Linie. Die Nullinie verschiebt sich bei der Annahme des Wegfalles der Betonzugspannungen um 1,5 cm nach oben, sodass $e_d = 8,5$ cm wird.

Nunmehr ist nach Figur 9 der Inhalt der J-Fläche:

$$F = \frac{1}{3} \, . \, 8,5 \, . \, 15,5 + \frac{22,5}{2} \, (15,5 + 1,5) + \frac{5 \, . \, 1,5}{2}$$

$$= 43,92 + 191,25 + 3,75$$

$$= \underline{238,92 \text{ cm}^2}.$$

Da die Druckzone mit dem 3fachen, die Eisenquerschnitte mit dem 30fachen Werte eingeführt sind, so hat man die J-Fläche 3mal zu gross erhalten.

Für die Berechnung von J ist also:

$$\frac{F}{3} = \frac{238,92}{3} = 79,64 \text{ cm}^2 \text{ einzuführen.}$$

Demnach ist $J = 2\,H \, . \, 79,64 = 2 \, . \, 1000 \, . \, 79,64$
$= 159\,280$ cm⁴

und $$W_d = \frac{159\,280}{e_d} = \frac{159\,280}{8,5} = 18\,738 \text{ cm}^3.$$

Demnach beträgt die grösste Druckspannung für

$$M = 443\,320 \text{ cm/kg}$$

$$\sigma_d = \frac{M}{W_d} = \frac{443\,320}{18\,738} = 23,3 \text{ kg.}$$

Die Eisenspannungen sind graphisch bestimmt durch Aufzeichnung des Spannungsdiagramms. Sie betragen das 10fache des abzugreifenden Wertes.

In der unteren Einlage:

$$\sigma_e = 10 \, . \, 7,6 = 760 \text{ kg/cm}^2$$

in der oberen Einlage

$$\sigma_e = 10 \, . \, 6,3 = 630 \text{ kg/cm}^2.$$

Wir wollen das Verfahren noch auf das Beispiel eines Plattenbalkens anwenden, welches wir dem Buche: *Wayss* und *Freytag*, der Betoneisenbau, seine Anwendung und Theorie entnehmen, um zu zeigen, dass die graphische Lösung zu demselben Ergebnis führt.

Beispiel.

Ein Betoneisenbalken von 18×50 cm Stegquerschnitt mit einer Eiseneinlage von 5 Rundeisen von 28 mm Durchmesser, einer 10 cm starken Deckenplatte von 250 cm Breite hat ein Biegungsmoment von 1430000 cmkg aufzunehmen. Gesucht werden die Spannungen.

In Figur 10 ist die D-Linie bestimmt, die Z-Linie ist eine Gerade, welche erstere in einem Abstand von 10,8 cm von der Oberkante schneidet.

Demnach ist der Inhalt der J-Fläche:

$$F = 14,5 \, . \, 10,8 \, . \, \frac{1}{3} + \frac{46,2 \, . \, 14,5}{2}$$

$$= 14,5 \left(\frac{10,8}{3} + \frac{46,2}{2} \right) = 387,15 \text{ cm}^2.$$

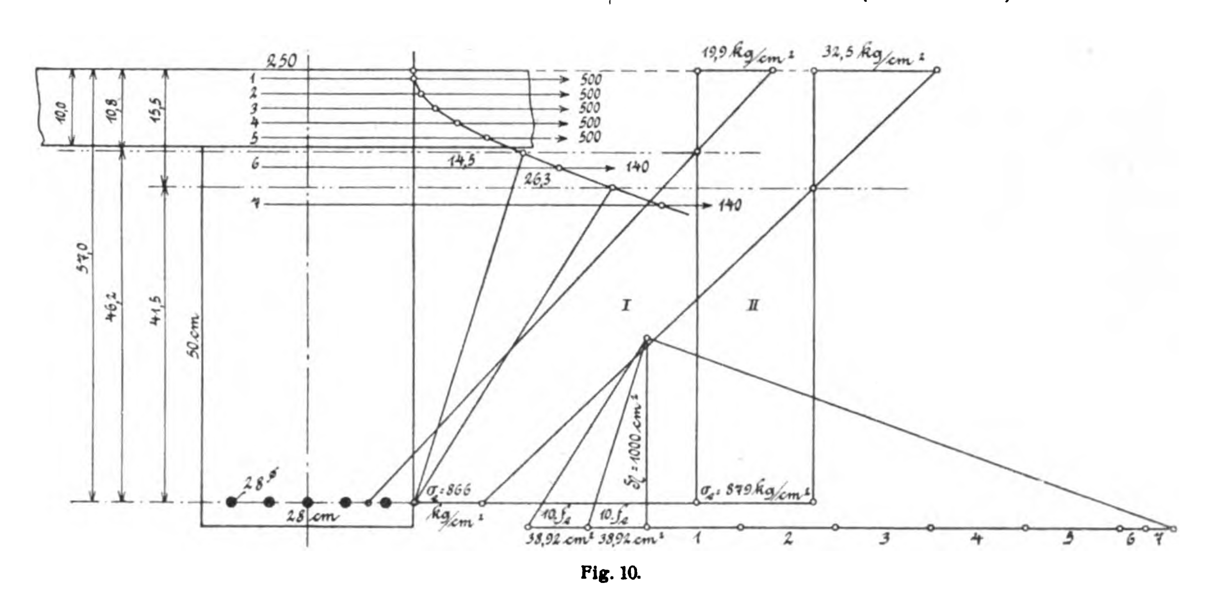


Fig. 10.

Das Trägheitsmoment ergibt sich mit $H = 1000$ zu:

$$J = 2 \, . \, 1000 \, . \, 387,15 = 774\,300 \text{ cm}^4.$$

Das Widerstandsmoment für die äusserste Druckfaser ist:

$$W_d = \frac{J}{e_d} = \frac{774\,300}{10,8}$$

$$= 71\,694 \text{ cm}^3.$$

Daraus ergibt sich die grösste Druckspannung zu

$$\sigma_d = \frac{M}{W_d}$$

$$= \frac{1\,430\,000}{71\,694}$$

$$= 19,9 \text{ kg/cm}^2.$$

Die Eisenspannung ist graphisch durch Zeichnung des Spannungsdiagrammes bestimmt zu:

$$\sigma_e = 866 \text{ kg/cm}^2.$$

Im obigen Buch ist angegeben; $\sigma_e = 867$ kg/cm²
$\sigma_d = 19,5$ kg/cm²,

letzterer Wert ist ein Druckfehler, denn $\sigma_d = \frac{867 \, . \, 10,7}{10\,(57 - 10,7)}$ ist nicht 19,5, sondern 20,04 kg/cm².

Wir erhalten also sehr befriedigende Uebereinstimmung.

Die Eiseneinlage wird um das doppelte erhöht, ebenso das äussere Moment. Die Z-Grade wird flacher und schneidet die D-Linie im Abstand von 15,5 cm von der Oberkante. Dann ist

$$J = 2 \, . \, 1000 \, . \, 26,3 \left(\frac{15,5}{3} + \frac{41,5}{2} \right) = 1\,363\,400 \text{ cm}^4$$

und $W_d = \frac{1363400}{15,5} = 87961 \text{ cm}^3$

daher $\sigma_d = \frac{M}{W_d} = \frac{2860000}{87961} = 32,5 \text{ kg/cm}^2$

Das Spannungsdiagramm liefert

$$\sigma_e = 879 \text{ kg/cm}^2$$

In „*Wayss* und *Freytag*" sind berechnet

$$\sigma_d = 32,3 \text{ kg/cm}^2$$

und $\sigma_e = 879 \text{ kg/cm}^2$.

Dies ist wieder eine sehr befriedigende Uebereinstimmung.

Zur vorläufigen Bestimmung der Eisenmenge kann das Verfahren in folgender Weise benutzt werden.

Es wird die Bedingung gestellt, dass unter Vernachlässigung der Betonzugspannungen, die grösste Betondruckspannung sich zur Eisenspannung verhalten soll wie 1 zu 20.

Diesem Verhältnis würden entsprechen die Werte

σ_b 30 35 40

σ_e 600 700 800

wenn $m_1 = 10$ angenommen wird.

Man verzeichnet in Figur 11 zu dem gegebenen Querschnitt die D-Linie und daneben in der richtigen Höhe ein Spannungsdiagramm, dessen Endordinaten sich verhalten wie 1 : 2,0.

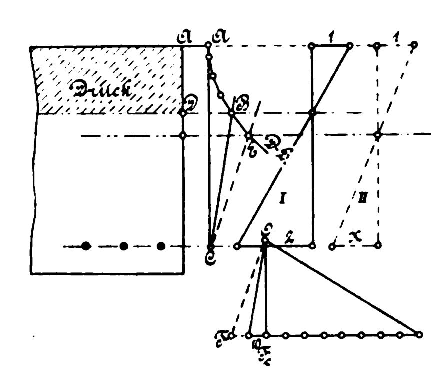


Fig. 11.

Durch den Nullpunkt des Diagramms geht die Nullinie, welche die D-Linie im Punkte B schneidet, man verbindet B mit C und zieht im Krafteck durch den Pol O eine Parallele zu $B\,C$, welche auf dem Kräftezug den 10fachen Wert des Eisenquerschnittes im Kräftemasstab abschneidet.

Würde man bei einem Plattenbalken die gleiche Bedingung stellen, so bestimmt $A\,D$ die Stärke der Platte, wenn die Nullinie mit der Unterkante der Platte zusammenfallen soll.

Natürlich ist die Konstruktion an die Voraussetzung geknüpft, dass die Betonzugspannungen auch in der 1. Phase der Beanspruchung vernachlässigt werden sollen.

Man kann auch noch die Spannungsverteilung, die man bei der gewählten Eisenmenge erhält, vergleichen. Man zieht in der J-Fläche die Grade $C\,E$ parallel zu der Linie $O\,F$ im Krafteck, welche den Pol mit dem Endpunkt der die $m$fache, vorhandene Eisenfläche zur Darstellung bringenden Strecke verbindet. Durch den Punkt E geht die Nullinie, durch welche das Spannungsdiagramm II bestimmt ist. Ist die obere (Druck-)Seite desselben 1, die untere (Zug-)Seite x, so ist die Eisenspannung das 10 $x$fache der Betondruckspannung. Setzt man in der angegebenen Weise das Spannungsverhältnis von Beton zu Eisen fest, so kann man den Betonquerschnitt auf seine Druckspannung untersuchen, ohne den Eisenquerschnitt zu kennen.

Zum Schlusse wollen wir noch die beiden Berechnungsmethoden vergleichen, einmal mit Berücksichtigung der Betonzugspannungen unter Annahme verschiedener Werte von E_d und E_z, das andere mal mit Ausschluss von Betonzugspannungen.

Zu dem Zwecke sind die Spannungen für die beiden Beispiele eines Balkens und eines Plattenbalken der Figuren 8 und 9 zusammengestellt.

Tabelle.

		$n = 3, m_1 = 10$	$m = 10$	e_d	e_d
Platte	σ_d	39,9 kg/cm²	45,0 kg/cm²		
	σ_z	14,7 „	0	5,66 cm	4,8 cm
$\frac{F_b}{F_e} = 60$	σ_e	342 „	545		
	σ_d	20	23,7		
Plattenbalken	σ_z	20	—	10,00 cm	8,5 cm
$\frac{F_b}{F_e} = 100$.	σ_{e_1}	435	630		
	σ_{e_2}	540	760		

Aus der Tabelle folgt, dass man bei Vernachlässigung der Betonzugspannungen die Druckspannungen und Eisenspannungen grösser erhält, und dass die Breite der Druckzone kleiner wird, als bei Berücksichtigung derselben.

Sowohl von *Wayss* und *Freytag*, als auch von *Spitzer* wird darauf hingewiesen, dass die Risse im Beton erst eintreten, wenn das Eisen bis zu seiner Elastizitätsgrenze beansprucht wird.

Es ist daher kein Grund einzusehen, weshalb man bei der Spannungsermittlung nicht die Zugspannungen des Betons, die doch tatsächlich vorhanden sind, in Rechnung setzen will.

Man erhält in der ersten Phase der Beanspruchung die Eisenspannungen verhältnismässig niedrig, aber deshalb soll man nicht etwa die Eisenmenge verringern, weil gerade die Eiseneinlagen den Beton befähigen, grosse Zugspannungen zu leisten. In der ersten Phase der Beanspruchung ist also der Zweck der Eiseneinlage mehr ein mittelbarer. In der zweiten Phase, wenn die Streckgrenze des Betons überschritten ist, erhält natürlich auch das Eisen mehr Zugspannungen, weil der Elastizitätsmodul E_z schneller abnimmt als E_d, so dass die Verhältniszahlen n, m_1 und m grösser werden. Die genauere Spannungsberechnung für diese Phase gestaltet sich umständlicher, weil man keine geradlinige Spannungsverteilung mehr gelten lassen kann, oder wenigstens in der Zugzone einen Knick im geradlinigen Diagramm nach der Methode *Barkhausen* annehmen muss. Ich habe die Beobachtung gemacht, dass man die Eisenmenge grösser erhält, wenn man die Spannungsberechnung nach der ersten Phase unter Berücksichtigung der Betonzugspannungen, die dann das Mass von 15—20 kg/cm^2 nicht überschreiten sollen, durchführt, als wenn man von vornherein auf die Betonzugspannungen verzichtet und etwa nach den von *Wayss* und *Freytag* auf Seite 85 ihres Buches gegebenen Regeln dimensioniert. Mir erscheint daher der Vorwurf *v. Empergers*, dass ich gegen eine „schöne" Theorie das Opfer der Sicherheit brächte, unbegründet.

v. Emperger sagt des Weiteren, ich hätte meine Anschauungen korrigiert, da ich die anfangs als zulässig angegebene Zugspannung von 20 kg/cm^2 auf 15 kg/cm^2 ermässigt hätte. Hierauf möchte ich bemerken, dass die als zulässig angegebenen Spannungszahlen nur relative Bedeutung haben, je nach der Rechnungsmethode, die man bei den Betoneisenkonstruktionen verwendet, und der Wahl der Koeffizienten.

Wählt man als Elastizitätsmodul des Betons E_b einen Mittelwert zwischen den für die erste Phase als Durchschnittswerte anzunehmenden Werten E_d und E_z, um die Rechnung und Theorie zu vereinfachen, so erhält man die Druckspannungen etwas zu klein, die Zugspannungen zu gross. Vernachlässigt man die Betonzugspannungen, so erhält man die Betondruckspannungen etwas, die Eisenspannungen viel zu gross. Bei verschiedenen Werten von E_d und E_z erhält man die Betondruckspannungen etwas grösser, die Betonzugspannungen etwas kleiner. Es war daher nur konsequent, wenn ich die zulässige Spannungszahl bei der genaueren Methode etwas ermässigte.

Die erste Berechnungsweise deckt sich mit der *Melan*schen, bei welcher das Eisen mit dem $m$fachen Wert eingeführt wird. Die von *Walter* und mir angegebene Methode führt die Wirkung des Eisens als exzentrische Druckkraft auf den Beton ein, meines Wissens das erste Mal in konsequenter Weise, und liefert bei gleicher Wahl von m dieselben Spannungswerte.

Will man bei dem Ausschluss von Betonzugspannungen genauer rechnen, so führt man an Stelle des konstanten Elastizitätsmodul E_d einen veränderlichen ein, und zwar als nächste Annäherung geradlinig abnehmend. Man ersetzte dann die rechteckigen Betondruckflächen durch Trapeze. Das Druckdiagramm wird parabolisch begrenzt. Bei der graphischen Behandlung erhält man als *D*-Linie kubische Parabeln. Auch bei Berücksichtigung der Zugspannungen lässt sich die gleiche graphische Behandlung mit Kraft- und Seileck anwenden; wir erhalten Methoden, welche den analytischen von *Haberkalt* und *Barkhausen* analog sind. Dieselben könnten Verwendung finden bei der genaueren Spannungsberechnung, wenn die Streckgrenze des Betons überwunden ist.

Die Veröffentlichung der angegebenen, genaueren Behandlungsweise, ebenso der Bearbeitung der Anwendung von Kraft- und Seileck auf die Berechnung der Schubspannungen und der Spannungen in Gewölben und exzentrisch belasteten Stützen behalte ich mir vor.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Hand- und Lehrbuch der Niederen Geodäsie. Begründet von *Friedrich Hartner*, weiland Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien, fortgesetzt von Hofrat *Joseph Wastler*, weiland Professor an der k. k. technischen Hochschule in Graz, und in 9. Auflage umgearbeitet und erweitert von *Eduard Dolezal*, o. ö. Professor an der k. k. Bergakademie in Leoben. I. Band. — I. Hälfte. Wien 1903. Seidel und Sohn.

Vorlesungen über Technische Mechanik. Von *Dr. Aug. Föppl*, Professor an der Technischen Hochschule in München. Zweiter Band, Graphische Statik. Mit 167 Figuren im Text. Zweite Auflage. Leipzig 1903. B. G. Teubner.

Ueber den hydraulischen Wirkungsgrad von Turbinen bei ihrer Verwendung als Kraftmaschinen und Pumpen. Von Dr. ing. *Reinhold Proell*, Diplom-Ingenieur. Mit 8 Textfiguren und 3 Tafeln. Berlin 1904. Julius Springer. Preis geh. 1,60 M.

Meereskunde in gemeinverständlichen Vorträgen und Aufsätzen. Herausgegeben vom Institut für Meereskunde an der Universität Berlin. I. Band, Heft 2. Das Linienschiff einst und jetzt. Von *Tjard Schwarz*, Marine-Oberbauraut. Mit 32 Abbildungen. Berlin 1903. Mittler und Sohn. Preis geh. 1,75 M.

Die Untersuchung der Vibrationserscheinungen von Dampfern. An einem Beispiel erläutert von *Otto Schlick*. Mit 4 lithograph. Tafeln. Leipzig 1903. Arthur Felix. Preis 2,80 M.

Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbeausstellung zu Düsseldorf 1902. Von *M. Buhle*, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu Dresden. Mit 2 Tafeln und 220 in den Text gedruckten Figuren. Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1902/1903. Berlin 1903. Julius Springer. Preis geh. 3 M.

Technische Statik. Vorlesung über die Theorie der Tragkonstruktionen. Von *A. Ostenfeld*, Professor an der Technischen Hochschule zu Kopenhagen. Deutsche Ausgabe, besorgt von *D. Skouge*. Leipzig 1904. B. G. Teubner.

Statik. I. Teil: Die Grundlehren der Statik starrer Körper. Von *W. Hauber*, dipl. Ingenieur. Mit 82 Figuren. Leipzig 1903. Göschen. Preis geb. 80 Pf.

Tabelle zur Berechnung der Stauweiten in offenen Wasserläufen. Mit einführenden Erörterungen über die Bewegung des Wassers in geschlossenen und offenen Röhren, für Studierende und Praktiker. Berechnet von *Danckwerts*, Regierungs- und Baurat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover. Mit 35 Abbildungen im Text und 2 besonderen Anlagen. Wiesbaden 1903. C. W. Kreidel. Preis geh. 80 Pf.

Die Elemente der darstellenden Geometrie. Als Lehrmittel für Lehrer und Schüler an Real-, Höheren Bürger-, Industrie-, Gewerbe-, Bau-, Handwerker- und Fortbildungsschulen und anderen gewerblichen und technischen Lehranstalten sowie zum Selbststudium. Von Professor *G. Delabar*, weiland Konrektor der Kantonsschule und Vorstand der Fortbildungsschule in St. Gallen. Mit 100 Figuren auf 20 lithographierten Tafeln. Vierte, verbesserte Auflage. Freiburg i. B. 1903. Herder. Preis geb. 2,40 Mk.

Die Mineralkohlen der Länder der ungarischen Krone. Mit besonderer Rücksicht auf ihre chemische Zusammensetzung und praktische Wichtigkeit. Preisgekrönt von der ungar. kgl. Naturwissenschaftl. Gesellschaft. Von *Alexander Kalecsinsky*, Chefchemiker der kgl. ung. Geologischen Anstalt. Mit einer Uebersichtskarte. Revidierte Uebertragung aus dem im Dezember 1901 erschienenen ungarischen Original. Budapest 1903. Franklin Verein. Preis geh. 9 Kronen.

Ingenieurkalender für Maschinen- und Hüttentechniker 1904. Von *P. Stühlen*. Eine gedrängte Sammlung der wichtigsten Tabellen, Formeln und Resultate aus dem Gebiete der gesamten Technik, nebst Notizbuch. Herausgegeben von C. Franzen, Civilingenieur in Köln, und K. Mathée, Ingenieur, Kgl. Oberlehrer an den vereinigten Maschinenbauschulen, Köln. Neunundreissigster Jahrgang. Essen 1904. Baedeker. Preis: Ausgabe A in Leinen geb. 2,80 Mk.; B Lederband 3,50 Mk., C Brieftaschenform 4,50Mk.

Kalender für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau 1904. XII. Jahrgang. Hand- und Hilfsbuch für Besitzer und Leiter maschineller Anlagen, Betriebsbeamte, Techniker, Monteure und solche, die es werden wollen. Unter Mitwirkung erfahrener Betriebsleiter herausgegeben von *Hugo Güldner*, Oberingenieur. Gerichtlich vereideter Sachverständiger für allgem. Fabrikbetrieb und Wärmekraftmaschinenbau. In zwei Teilen. Mit über 520 Textfiguren. Preis geb. 3 Mk., in Brieftaschenlederband 5 Mk. Dresden 1904. Gerhard Kühtmann.

Bücherschau.

Die Kontrolle des Dampfkesselbetriebes in bezug auf Wärmeerzeugung und Wärmeverwendung. Von *Paul Fuchs*, Ingenieur der Berliner Elektrizitätswerke. Berlin, 1903. Julius Springer.

Da der Verfasser in einigen Punkten neue, beachtenswerte Ansichten vertritt, so möge es hier gestattet sein, etwas näher auf den Inhalt des Buches einzugehen. Der Inhalt ist in drei Hauptabschnitte geteilt: *Wärmeerzeugung*, *Wärmeverwendung* und *Kontrolle des Dampfkesselbetriebes*.

Im ersten Teil wird zunächst kurz der Verbrenungsprozess erläutert und die bekannte Formel für den Heizwert in verständlicher Weise abgeleitet, sowie die für die Verbrennung erforderliche Luftmenge bestimmt. Die für diese gegebene Formel ist jedoch mit mehreren grösseren Zahlenkoeffizienten behaftet, so dass hier der Verfasser wohl besser getan hätte, für Luftmenge und Rauchgasvolumen die bekannte und allgemein übliche Gleichung beizubehalten; dem Gedächtnis prägt sich erstere entschieden schwerer ein. Für das Verhältnis der bei der Verbrennung zugeführten zu der theoretisch notwendigen Luftmenge gibt Verfasser die Gleichung an.

$$L_v = \frac{20{,}96}{20{,}96 - O_{Rg}}$$

worin O_{Rg} den in den Rauchgasen festgestellten Sauerstoffgehalt bedeutet: für praktische Zwecke — für welche es sich ja in vorliegendem Falle nur handeln soll, — könnte jedoch unbedenklich statt 20,96 die Zahl 21[1]) gesetzt werden. Beizustimmen ist dem Verfasser in dem Urteil, welches er über die für gewöhnlich benutzte Gleichung zur Bestimmung des Luftüberschussverhältnisses — unter Benutzung des Stickstoffgehaltes der Rauchgase — fällt, nicht aber darin, dass er vorschlägt, zur laufenden Bestimmung des Luftüberschusses nur den Sauerstoffgehalt zu bestimmen. Abgesehen davon, dass dies nur mittels Absorption geschehen könnte, kann diese erst erfolgen, nachdem die Kohlensäure bereits bestimmt ist,

oder sie wird unter Umständen durch gewisse Bestandteile (Kohlenwasserstoffe) überhaupt verhindert. An verschiedenen Beispielen wird die Berechnung von Luftmengen, Gasvolumen und Wärmewert desselben gezeigt, wobei auf die mit der Temperatur veränderliche spezifische Wärme Rücksicht genommen ist.

Weiter behandelt Verfasser die Zuggeschwindigkeit und zwar verwirft er die gewöhnlich benutzten Zugmesser und will dafür sogenannte Differenzgeschwindigkeitsmesser angewendet wissen, bei welchen *beide* Messchenkel mit den Heizgaszügen in Verbindung gebracht werden (der eine z. B. mit dem Feuerraume, der andere mit dem Fuchs). Man kann hier dem Verfasser in manchem beistimmen, doch möge darauf hingewiesen sein, dass der Zugmesser auch dazu dienen soll, die Druckverhältnisse über dem Roste zu ermitteln, nicht allein die Menge der durch den Rost tretenden Luft, zu was ihn Verfasser in gewisser Hinsicht — auch mit Recht — verwenden will. Um die durch den Rost tretende Luftmenge zu bestimmen, gibt es doch wohl einwandfreie Apparate, nämlich solche, die den Kohlensäuregehalt fortlaufend bestimmen und die bei entsprechender Behandlung — die ohne Zweifel auch der Differenzzugmesser erfordert — dauernd gut zu arbeiten vermögen; sie werden allerdings vom Verfasser nur kurz gestreift.

Wenn in einem weiteren Abschnitte die Beziehungen der einzelnen Bestandteile des Brennstoffes und ihr Einfluss auf den Heizwert desselben dargelegt ist, so kann man den Ausführungen nur beipflichten, ebenso darin, dass der Heizwert allein nicht ohne weiteres über den Betriebswert eines Brennstoffes entscheidet. Beachtenswert ist ferner der Hinweis darauf, dass der Wasserstoffgehalt eines Brennstoffes in erster Linie massgebend ist auf die Menge des entstehenden Rauches. Ferner wird die Rostbetriebsdauer von der Schlackenmenge abhängig dargestellt.

Im zweiten Hauptabschnitt, der Wärmeverwendung, wird zunächst die Wärmeaufnahmefähigkeit der Dampfkesselheizfläche bestimmt. Aus den zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten ausgeführten Verdampfungsversuchen kommt jedoch der Verfasser zu Schlüssen, deren Richtigkeit nicht ohne Zweifel ist. Es muss hierzu zunächst bemerkt werden, dass die berechnete mittlere Temperaturdifferenz der wirklichen nur entsprechen könnte, wenn die Wassertemperatur im Kessel allmählich von der Speisewassertemperatur (am Kesselende) bis zur Dampftemperatur (am Heizflächenanfange) stiege, was selbst bei einem Gegenstromkessel kaum der Fall sein wird. Ferner ist kaum anzunehmen, dass der Wärmeübergang lediglich von der auf die Flächeneinheit übertragenen Wärmemenge an sich — wie Verfasser meint, — sondern auch von der Gasgeschwindigkeit und der Wassergeschwindigkeit abhängig sein werden, die nicht berücksichtigt sind. Aus diesem Grunde werden die vom Verfasser gegebenen Wärmedurchgangskoeffizienten mit Vorsicht aufzunehmen sein. Wesentlich mehr beistimmen kann man den Ermittlungen des Wärmedurchganges für Dampfüberhitzer und Vorwärmer; leider sind auch hier die betreffenden Gasgeschwindigkeiten (und Dampfgeschwindigkeiten) nicht ermittelt.

Um fortlaufend über die Anstrengung der Kesselheizfläche unterrichtet zu sein, schlägt Verfasser vor, die Dampfgeschwindigkeit im Dampfrohre zu ermitteln (wozu eine einfache Vorrichtung dienen kann) und in Verbindung mit dem erwähnten Differenzzuggeschwindigkeitsmesser hat man ein Mass zur Bestimmung der richtigen Luftzufuhr.

Der dritte Hauptabschnitt, der sich von dem zweiten streng nicht trennen lässt, behandelt die eigentliche Kontrolle des Dampfkesselbetriebes und beginnt mit kurzen Beschreibungen der hierzu erforderlichen Vorrichtungen: Thermometer, Druckmesser, Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure und zur Heizwertbestimmung. Es wird hierbei vielleicht mancher Abbildungen der betreffenden Apparate oder wenigstens Hinweis auf die betreffende Literatur zur Orientierung vermissen. Sehr anzuerkennen ist die Darstellung eines ausführlichen Versuches mit dem Kalorimeter und die Rückrechnung von dem ermittelten Heizwerte auf die ungefähre Zusammensetzung des Brennstoffes. In einem letzten Abschnitte ist schliesslich die laufende Kontrolle des Feuerungsprozesses auf grund der im Dampfrohre ermittelten Dampfgeschwindigkeit und mit Hilfe des Differenzzuggeschwindigkeitsmessers nochmals ausführlich erläutert.

Wie aus der kurzen Wiedergabe des Inhaltes ersichtlich, weicht die Ansicht des Verfassers in manchen Punkten von dem Herkömmlichen ab. Wenn man auch dem Verfasser nicht in allen seinen Folgerungen beistimmen kann, so bieten aber gerade jene Punkte, da sie zur Zeit noch der Aufklärung bedürfen, auch für den Fachmann Interesse. Der Verfasser selbst will die Schrift als Wegweiser für Betriebsführer von Dampferzeugungsanlagen angesehen haben, und sie soll zur Erkenntnis und Verwendung von Methoden führen, welche einen rationellen Betrieb ermöglichen; es mag gern zugegeben sein, dass sie, richtig verstanden und angewendet, zur Erreichung dieses Zweckes beitragen wird.

A. Dosch.

[1]) Mit dieser Zahl ist die Gleichung auch bereits in dieser Zeitschrift 1903, S. 124 abgeleitet worden.

Schiffskessel und Schiffsmaschinen. Von Prof. *O. Flamm*-Berlin. Fünfte Lieferung des fünften Bandes der: „Allgemeinen Maschinenlehre von Dr. *Moritz Rühlmann* 1903.

Das allgemein verständlich gehaltene Werk dürfte allen den Interessenten willkommen sein, die nicht speziell Schiffsmaschinenbauer sind, sich aber doch einen umfassenden Einblick in die Entwicklung und den hohen Stand der Schiffsmaschinenanlagen unserer Zeit, sowie in die notwendig gewordene Ausbalancierung der Schiffsmaschinen verschaffen wollen.

Der erste Teil des Buches enthält nach einem einleitenden, geschichtlichen Rückblick auf die Entwicklung der Schiffskessel eine ausführliche Besprechung der in der Gegenwart auf Handelsdampfer üblichen Zylinderkessel und der auf Kriegsschiffen gebräuchlichen Wasserrohrkessel. Bei der Gegenüberstellung der beiden Kesselarten kommt der Verfasser zu dem Schluss, dass der Wasserrohrkessel seines geringeren Gewichtes und seiner schnelleren Dampferzeugung wegen für Kriegsschiffe der Kessel der Zukunft sein dürfte, er sich aber im Handelsschiffbau erst dann einführen wird, wenn er den jetzt noch weit günstigeren wirtschaftlichen Bedingungen der Zylinderkessel gleichkommt.

Als Typ eines modernen Zylinderkessels wird dann ein Doppelenderkessel des Schnelldampfers „Deutschland" beschrieben und als Beispiel in seinen Abmessungen nachgerechnet.

Die Beschreibung der Wasserrohrkessel erstreckt sich auf folgende Systeme:

1. *Belleville*-Kessel, 2. *Babcock-Wilcox*-Kessel, 3. *Niclausse*-Kessel, 4. *Thornycroft*-Kessel, 5. *Dürr*-Kessel und 6. *Schulz*-Kessel, die sich neuerdings in der deutschen Kriegsmarine besonderer Beliebtheit erfreuen.

Im zweiten Teil des Buches wird die Schiffsmaschine behandelt und ihre Entwicklung von den ersten brauchbaren, liegenden Niederdruckmaschinen an, die noch mit einem Dampfdruck von nur 1 bis 2 kg/qcm arbeiteten und äusserst einfache Schaufelräder antrieben, bis zu der gewaltigen Maschinenanlage einer „Deutschland" von 38000 PS geschildert und an einzelnen Beispielen gezeigt, dass die Leistungen des Schiffsmaschinenbaues der Neuzeit durch stetiges Herabbringen von Maschinengewicht und Kohlenverbrauch für die Pferdekraft erarbeitet worden sind.

Der letzte Teil des Werkes bringt dann einen Abriss der Dynamik des Kurbelgetriebes mit einer kurzen Uebersicht der auf diesem Gebiet angestellten Untersuchungen und wissenschaftlichen Forschungen. Der Verfasser zeigt schliesslich an einem Beispiel, welche Kräfte bei dem Gang einer Maschine auftreten, und wie durch zweckmässiges Ausbalancieren der Maschinen die durch jene Kräfte verursachten heftigen und gefährlichen Vibrationen des Schiffskörpers vermindert oder sogar aufgehoben werden können.

Die Wechselstromleitungen in ihren Anordnungen und Berechnungen. Von Dr. *Paul Berkitz.* Mit Tabellen, Figuren und Beispielen. Dresden, 1902. Gerhard Kühtmann.

Ein Büchlein von praktischem Werte, welches Ingenieuren, die sich hauptsächlich mit der Projektierung und Berechnung von grösseren Wechselstromnetzen zu beschäftigen haben, eine Reihe von einfachen leicht ausführbaren und schnell zum Ziele führenden Methoden den zur Berechnung solcher Netze vorführt, wobei in dankenswerter Weise vermieden wurde komplizierte Ausdrücke der höheren Matematik die nicht jedermann geläufig sind, in die Rechnung einzuführen. Die praktische Erläuterung der theoretischen Sätze an einer Reihe von Beispielen ist hier sehr am Platze und haben auch die beigefügten Tabellen einen grossen Wert. Druck und Ausstattung entsprechen allen gerechtfertigten Ansprüchen.

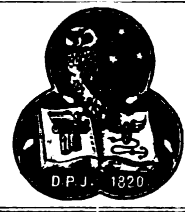
A. P.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 51. **Berlin, 19. Dezember 1903.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Studien und Versuche über die Elastizität kreisrunder Platten aus Flusseisen.

Von Dr.-Ing. **Max Ensslin**, Stuttgart.

(Schluss von S. 789 d. Bd.)

f) Beurteilung der Grundlagen, auf denen die Gleichungen (1) bis (12) beruhen.

Die Grundgleichungen der Elastizitätslehre, welche den Spannungs- und Formänderungszustand eines Körpers beschreiben und den Zusammenhang zwischen Spannungen und Formänderung zum Ausdruck bringen, beruhen auf den Annahmen,

1. dass die Gestaltsänderungen im Vergleich zu den Abmessungen des Körpers klein seien,
2. dass zwischen einfachen Zugspannungen und den durch sie bewirkten Dehnungen, zwischen einfachen Druckspannungen und den durch sie bewirkten Zusammendrückungen und zwischen einfachen Schubspannungen und den durch sie bewirkten Schiebungen Proportionalität bestehe, und
3. dass Zug- und Druckelastizität gleich gross seien.

Für den Fall, dass senkrecht auf einander stehende Normalspannungen gleichzeitig wirksam sind, ist fernerhin vorausgesetzt,

4. dass die Gesamtdehnung gleich ist der algebraischen Summe der Einzeldehnungen, welche jede Normalspannung für sich allein hervorbringen würde, wobei die Vorstellung zu Grunde liegt, dass jede einfache Normaldehnung von einer ihr proportionalen Querdehnung begleitet ist. (Bei einer Schiebung wird bekanntlich vom Auftreten analoger Begleiterscheinungen abgesehen.)
5. dass das Material isotrop uud homogen sei.[14])

Tritt ein Widerspruch zwischen Theorie und Versuch auf, etwa in dem Fall der kreisförmigen Platte, so kann derselbe zwei Ursachen haben: entweder sind die eben aufgeführten Grundlagen der allgemeinen Elastizitätslehre in einem Punkt nicht richtig, oder es sind die besonderen Voraussetzungen, die bei der Entwicklung der Theorie für den Fall der kreisförmigen Platte gemacht worden sind, nicht genau.

Ich will hier zunächst die zweite Möglichkeit näher ins Auge fassen.

Die Theorie der ebenen Platten, insbesondere der ebenen Kreisscheibe, ist von einer Reihe Gelehrter behandelt worden[15]), zum Teil unter der Annahme, dass die Normalen auf der Mittelfläche nach wie vor Eintritt der Belastung gerade und senkrecht zur Mittelfläche bleiben, zum Teil auch ohne diese Annahme. Unter der zuerst genannten Voraussetzung hat neben anderen *Grashof* die Gleichungen für die kreisförmige Scheibe gegeben, welche in dieser Arbeit (Abschnitt *c*) benutzt worden sind.

Die Annahme des Geradebleibens der Normalen ist streng richtig nur, wenn die Scheibe allein von reinen Biegungsmomenten ergriffen wird, welche über den Scheibenumfang gleichmässig verteilt sind (wie das z. B. für die innere Zone der untersuchten Vollscheiben zutrifft), und deren Ebenen durch die Normale in der Scheibenmitte gehen. Unter diesen Umständen treten nur Normalspannungen in Richtung des Scheiben-Halbmessers und -Umfanges auf, und zwar sind dieselben proportional dem Abstand von der Mittelfläche, und in gleichem Abstand von der Mittelfläche gleich gross. Der strenge Nachweis hierfür ist, wie schon oben S. 785, Fussbemerkung 10 bemerkt, von *St. Venant* geführt worden.

Sobald jedoch Schubkräfte, d. h. Kräfte senkrecht zur Plattenoberfläche vorhanden sind, hört das Geradebleiben der Normalen auf. Dieselben krümmen sich **S**förmig, ähnlich, wie sich die Querschnitte gerader auf Biegung beanspruchter Balken unter dem Einfluss von Schubkräften wölben.[16])

Anzunehmen, dass die Normalen gerade bleiben, auch wenn Schubkräfte in Tätigkeit sind, heisst also: es wird die Schiebung vernachlässigt und nur die von den Normalspannungen hervorgerufene Dehnung berücksichtigt. Je mehr die tatsächlich auftretenden Schiebungen gegen die Normaldehnungen zurücktreten, umsomehr ist man zur Annahme vom Geradebleiben der Normalen berechtigt.

Macht man die letztgenannte Annahme, so enthält die Gleichung für die Durchbiegung der Platte nur den Anteil der Formänderung, der mit den Normalspannungen zusammenhängt, nicht aber den Anteil, den die Schubspannungen hervorrufen; die berechnete Durchbiegung wird dann je nach der Sachlage mehr oder weniger unterschätzt.

Man vergegenwärtige sich nun den Gang der Lösung, welcher oben (S. 785) zur Ermittlung der Gleichungen für die volle Scheibe führte: die Scheibe zerfällt in eine Ringzone, auf die Zugkräfte einwirken und in eine zentrale Zone, in welcher die Schubkräfte gleich Null sind. Nimmt man, wie oben, an, von der äusseren Zone würden auf die innere nur reine Biegungsmomente ausgeübt, so würden dem vorhin gesagten zufolge die Normalen in der inneren Zone gerade bleiben, in der äusseren dagegen sich wegen der Schubkräfte krümmen. An der Uebergangsstelle aus der äusseren in die innere Zone würden so Normalen zusammentreffen, von denen die eine gerade, die andere gekrümmt ist; dies wäre nur dann möglich, wenn der Zusammenhang der beiden Zonen in einzelnen Punkten der Uebergangsstelle unterbrochen wäre. Da aber eine Aufhebung des Zusammenhangs in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, so sieht man, dass die Annahme, derzufolge die Ringzone nur mit reinen Biegungsmomenten auf die innere Zone einwirkt, nicht in voller Strenge zutrifft; es müssen in der Uebergangsstelle Kräfte wirken, welche die erwähnte Unstetigkeit ausgleichen, derart, dass die der Ringzone angehörigen Normalen weniger stark gekrümmt sind, die Normalen der inneren Zone dagegen eine schwache Krümmung erfahren.

[14]) Zahlenrechnungen sind bis jetzt meines Wissens nur für diese Annahme ausgeführt. Bezüglich allgemeiner Gleichungen *nicht* isotroper Körper (s. Clebsch annoté S. 85).

[15]) Geschichtliche Darstellungen des Problems, siehe *Navier*, resistance des corps solides, annoté par de St. Venant. Love Theory of Elasticity, II Bd., Einleitung.

[16]) Siehe *Clebsch*, *St. Venant*, S. 344, Abschn. 6, Gleichung (x).

Ob durch die Vernachlässigung der zuletzt genannten Kräfte in der Uebergangsstelle ein wesentlicher Fehler begangen wird, kann experimentell geprüft werden, wenn man eine kreisförmige Platte einmal als volle, dann als gelochte Scheibe untersucht. Im letzteren Fall ist eine zentrale Zone nicht vorhanden, womit auch die Unsicherheit bezüglich der Kräfte in der Uebergangsstelle entfällt. Die Gleichungen für die gelochte Scheibe, wie sie auf S. 786 entwickelt wurden, sind daher von dem Mangel frei, welcher den für die volle Scheibe angegebenen Gleichungen[17]) in grundsätzlicher Hinsicht zum Vorwurf gemacht werden muss. Den Versuchen zufolge war der reciproke Wert des Dehnungskoeffizienten (der Elastizitätsmodul) der 1,616 cm starken Scheibe A

im ungelochten Zustand bei Versuch I $\frac{1}{a} = E = 2336000$

im gelochten Zustand bei Versuch II 2326000

und der Elastizitätsmodul der 1,193 cm starken Scheibe B

im ungelochten Zustand bei Versuch III $\frac{1}{a} = E = 2170000$

im gelochten Zustand bei Versuch IV 2158000

„ „ „ „ „ VIII 2156000

Der Elastizitätsmodul der gelochten Scheiben erscheint hiernach etwas kleiner als derjenige der vollen Scheiben, doch ist der Unterschied kleiner als 1 v. H. Die grundsätzlich nicht vollständig zutreffende Annahme, dass an einer vollen Kreisscheibe, welche wie in Fig. 1 belastet und gestützt ist, von der äusseren Zone auf die innere nur reine Biegungsmomente ausgeübt werden, hat nach den angegebenen Versuchen — zunächst unter Verhältnissen, welche mit den untersuchten Aehnlichkeit besitzen — einen wesentlichen Fehler nicht zur Folge, ein nennenswerter Einfluss auf die Grösse des Elastizitätsmoduls ist nicht festzustellen.

Es erklärt sich dies daraus, dass der gerügte Fehler sich nur auf einen verhältnismässig kleinen Bezirk der Scheibe in der Nähe der Uebergangsstelle erstreckt, während das Verhalten der ganzen Platte nicht wesentlich davon beeinflusst wird, ob die in der Uebergangsstelle tätigen Kräfte ganz scharf oder mit einer kleinen Vernachlässigung in Rücksicht gezogen werden. Bei grosser Plattenstärke würde der Fehler in stärkerem Masse zum Vorschein gekommen sein.

Zu einer weiteren Berücksichtigung dieser Feinheit bei der Entwicklung der Gleichungen für die kreisförmige Platte scheint mir, wenigstens vom technischen Standpunkt aus, kein Bedürfnis vorzuliegen. Es ist kaum zu erwarten, dass durch eine feinere Ausgestaltung der Theorie in der hier erörterten Richtung eine bessere Uebereinstimmung mit den Versuchen erzielt wird.

Bemerkungen zu der Lösung von St. Venant.

Die Gleichung der elastischen Mittelfläche der Scheibe, welche zur Aufstellung der Gleichungen (1) — (12) benutzt worden ist, wurde von *Grashof* unter der Annahme entwickelt, dass die Normalen auf der Mittelfläche der Scheibe vor und nach der Durchbiegung gerade und senkrecht zur Mittelfläche bleiben. Ich hatte anfänglich beabsichtigt, eine Theorie der Kreisscheibe zu benutzen, welche ohne Beiziehung dieser Hypothese lediglich mit Hilfe der Gleichungen der allgemeinen Elastizitätslehre aufgestellt ist. In der Tat ist von *St. Venant* im Clebsch annoté S. 346 und folg. der Versuch gemacht, solche Gleichungen für einen Kreisring abzuleiten. Die gelochten Scheiben, wie sie bei Versuch II, IV bis VIII untersucht worden sind, würden einen Sonderfall des von *St. Venant* betrachteten Kreisrings dargestellt haben und es wäre von Interesse gewesen, den Dehnungskoeffizienten der Platten aus einer Gleichung zu berechnen, welche auf keinen weiteren Annahmen beruht, als die Gleichungen der allgemeinen Elastizitätslehre. Die Gleichungen *St. Venants* für den Kreisring sind jedoch mit einem Mangel behaftet, der die Veranlassung gab, dass ich meine anfängliche Absicht aufgab und auf die *Grashof*schen Gleichungen zurückgriff, deren Herleitung zwar nicht so allgemein angelegt ist, wie diejenige der *St. Venant*schen Gleichungen, die aber dafür den weiter unten anzuführenden Widerspruch nicht enthalten.

St. Venant gibt für die Koordinatenänderungen U und W eines Punktes des Kreisrings, welche in Richtung des Radius bezw. der Normalen auf der Scheibenoberfläche erfolgen, Gleichungen an, und fernerhin für die Normalspannungen σ_x in Richtung des Radius, sowie für das Moment der Radialspannungen, welche auf einer beliebigen Normalen zur Scheibenoberfläche (d. h. auf dem zwischen Ober- und Unterfläche gelegenen Normalenstück) gelegen sind. Von diesen Gleichungen ist, wie *St. Venant* im Abschnitt 11, S. 352 bemerkt, nachgewiesen worden, dass sie den allgemeinen Gleichgewichtsbedingungen[18]) zwischen den Spannungen in einem beliebigen Punkt des Platteninneren, sowie den besonderen Bedingungen an den Begrenzungsflächen der Scheibe genügen. Die letzteren, die sog. Grenz- oder Randbedingungen, nimmt *St. Venant* in folgender Fassung an:

a) Die *Summe der Radialspannungen*, welche auf einer beliebigen Normalen zur Scheibenoberfläche liegen, ist gleich Null; eine Radialkraft, welche die Mittelfläche der Platte dehnt, ist nicht vorhanden. Dies gilt sowohl im Innern der Scheibe, als in den zylindrischen Begrenzungsflächen ($x = R_a$, $x = R_i$ Fig. 1) am innern und äusseren Umfang des Kreisrings.

b) Die Radialspannungen ergeben am äusseren und inneren Umfang des Kreisrings Biegungsmomente, „Einspannungsmomente", deren Ebenen durch die Normale in der Scheibenmitte gehen. Die übrigen Grenzbedingungen sind für die vorliegende Betrachtung ohne Interesse.

Im Fall der gelochten Scheibe, welche wie in Fig. 1 (S. 707) gestützt und belastet ist, sind die Einspannungsmomente am äusseren und inneren Umfang der Scheibe gleich Null, da die Scheibe in beiden Umfängen frei aufliegt. Berechnet man unter diesen Bedingungen die in der Biegungsmomentengleichung, (Clebsch annoté S. 352 Gleichung (x')) enthaltenen zwei willkürlichen Konstanten, so zeigt sich das auffallende Ergebnis, dass die Radialspannungen am inneren und äusseren Scheibenrand nicht durchweg den Wert Null besitzen, wie dies in Wirklichkeit der Fall sein muss. Ihre Summe ist Null, ihr Moment ist Null, und doch weisen sie in gewissen Abständen von der Mittelfläche, wenn auch kleine, positive oder negative Werte auf. Der einfache Ausweg, der hier anscheinend zum Ziel führen muss, nämlich die beiden Konstanten so zu bestimmen, dass die Radialspannungen in jedem Punkt der äusseren und inneren Begrenzungsfläche Null werden, erweist sich als unmöglich. Die Gleichung für die Radialspannungen lautet nämlich mit den auf S. 785 angegebenen Bezeichnungen:

$$\sigma_x = \frac{m}{m-1}\,\frac{\lambda}{a}\left[-\frac{m+1}{m-1}\,\frac{1}{c_1} + \frac{1}{H}\left\{1 + \frac{m+1}{m-1}\,ln\,\frac{x^2}{R_a^2} - \frac{2}{m-1}\,\frac{1}{x^2}\left(2\,m\,\frac{h^2}{4} - (2\,m-1)\,\frac{2}{3}\,\lambda^2\right)\right\} - \frac{c_2}{x^2}\right]$$

wobei

$$\frac{1}{H} = \frac{b}{4} = \frac{3}{2}\,\frac{m^2-1}{\pi\,m^2}\,\frac{P}{h^3}\,a$$

Man sieht, dass es für die zwei Konstanten c_1 und c_2 keinen Wert gibt, durch welche die Radialspannung am inneren und äusseren Umfang ($x = R_a$; $x = R_i$) *für jeden Wert von* λ zum Verschwinden gebracht werden kann.

[17]) Bei der auf S. 785 ausgeführten Rechnung ist der hier angemerkte Widerspruch deswegen nicht offenkundig hervorgetreten, weil von vornherein die Wirkung der Schubkräfte in der Ringzone vernachlässigt und das Geradebleiben sämtlicher Normalen vorausgesetzt wurde. Der Widerspruch tritt aber zu Tage in einer von *St. Venant* gegebenen Lösung (*Clebsch-St. Venant* S. 354, Absatz 13), in welcher berücksichtigt ist, dass die Normalen in der Ringzone sich krümmen, während diejenigen in der zentralen Zone als geradebleibend angenommen werden. Berechnet man aus den von *St. Venant* angegebenen Gleichungen (i'') und (j'') S. 356 a. a. O. die Koordinatenänderung eines beliebigen, den beiden Zonen angehörigen Punktes in Richtung des Scheibenhalbmessers (Bezeichnung von *St. Venant*: U), so ergeben sich — abgesehen von den Punkten der Mittelfläche — verschiedene Werte, wenn man einmal die für die Ringzone, das andere Mal die für die zentrale Zone giltige Gleichung benutzt, so dass an der Uebergangsstelle scheinbar ein Klaffen stattfindet. Auch die Spannungen in den Punkten der Uebergangsstelle findet man verschieden, je nachdem man sie als zur Ringzone oder zur zentralen Zone gehörig ansieht.

[18]) Z. B. *C. Bach*, Elastizität und Festigkeit, 4. Aufl. S. 617, Gleichung 3.

Die Lösung von *St. Venant*, obwohl auf ganz allgemeiner Grundlage aufgebaut, kann hiernach nicht als eine völlig befriedigende angesehen werden, da sie den grundsätzlichen Mangel besitzt, dass sich mit der für die Radialspannungen angegebenen Gleichung die am inneren Rande der gelochten Scheibe zu erfüllende Grenzbedingung nicht ausdrücken lässt, derzufolge die Normalspannungen daselbst gleich Null sein müssen.

Im übrigen muss hervorgehoben werden, dass der hier ausgesprochene Mangel mehr grundsätzlicher Natur ist; die tatsächlich errechneten *Zahlenwerte* für Spannungen und Durchbiegungen zeigen keine erheblichen Abweichungen von denjenigen, welche mit den *Grashof*schen Gleichungen erhalten werden.

Schliesslich ist zu bemerken, dass *St. Venant* die Gleichungen nicht unter der Annahme vollkommener Isotropie entwickelt hat; er hat vielmehr angenommen, dass das Plattenmaterial zwar nach allen Richtungen in der Ebene der Platte selbst gleiche Elastizität besitze, senkrecht dazu jedoch d. h. in Richtung der Plattendicke eine andere Elastizität aufweise. Der hierin gelegene grundsätzliche Vorzug konnte indessen in der vorliegenden Arbeit nicht verwertet werden, weil die experimentelle Bestimmung aller erforderlichen Elastizitätskonstanten aus verschiedenen Gründen nicht vorgenommen werden konnte. Es muss daher die Frage offen gelassen werden, ob nach einer sorgfältigen Bestimmung aller Elastizitätskonstanten die Uebereinstimmung zwischen Theorie und Versuch nicht eine noch bessere gewesen wäre.

Die oben angeführte Gleichung für σ_x ist aus der Gleichung von *St. Venant* für den Fall vollkommener Isotropie abgeleitet.

g) Zusammenfassung und Schlüsse.

1. Wie aus den Versuchsergebnissen in Zusammenstellung 2 bis 11, oder auch aus der bildlichen Darstellung derselben Fig. 2 hervorgeht, besteht — im Einklang mit der Theorie — *Proportionalität zwischen Belastung und federnder (elastischer) Durchbiegung* bis zu einer Grenze, jenseits welcher die federnden Durchbiegungen *langsamer* wachsen, als die Belastungen. Die *gesamten Durchbiegungen* wachsen im Gegensatz hierzu von einer gewissen Belastung ab *rascher* als die Belastungen. Der Verlauf der *bleibenden Durchbiegungen* ist aus Fig. 2 ersichtlich.

Proportionalitätsgrenze, Elastizitäts- und Streckgrenze haben sich sehr schwach ausgeprägt, eine Folge davon, dass die grösste Beanspruchung, welche diese Grenzen bedingt, nur in einem kleinen Bezirk der Platten auftritt — und hier überdies nur an der Ober- und Unterfläche, während im Inneren kleinere Beanspruchungen herrschen (vergl. hierzu die Bilder der Spannungsverteilung an der Ober- oder Unterfläche Fig. 3-6). Ein Schluss über die Lage der Proportionalitätsgrenze usw., so interessant er wäre, kann daher nicht gezogen werden[19]).

2. Die gelochte Platte A ergibt zufolge Versuch II, V und VI bei gleichem Lochdurchmesser *für verschiedene Stärken* $h = 1,616$; $1,257$; $1,024$ cm nahezu den gleichen Wert des Elastizitätsmoduls $E = \frac{1}{\alpha}$, nämlich: 2326000; 2307000; 2330000. *Der Einfluss der Plattenstärke kommt hiernach in der Theorie zu richtigem Ausdruck.*

3. Der *Elastizitätsmodul* der Platten und der Zugstäbe desselben Materials hat folgende Werte:

Zusammenstellung 16
(vergl. hierzu Zusammenstellung 1).

Platte	Versuch	Elastizitätsmodul E kg/qcm		Unterschied in $^0/_0$ von E aus dem Zugversuch
		der Platten	der Zugstäbe	
A	I	2 336 000		+ 7,45
	II	2 326 000		+ 7
	V	2 307 000	2 174 000	+ 6,12
	VI	2 330 000		+ 7,18
	VII	2 283 000		+ 5,01
B	III	2 170 000		0
	IV	2 158 000	2 170 000	— 0,55
	VIII	2 154 000		— 0,74
C	IX	2 090 000	2 140 000	— 2,33
D	X	2 084 000	2 162 000	— 3,6

[19]) Ich überlasse es dem Leser zu entscheiden, inwiefern der Versuch X mit der Ansicht *Wehages* und den Versuchsergebnissen von *Guest* (s. S. 2 und Fussbemerkung 2), dass die grösste resultierende Dehnung *nicht* als Masstab für die Materialanstrengung angesehen werden darf, übereinstimmt.

Der Elastizitätsmodul der Platten hat sich also zum Teil grösser, zum Teil kleiner als derjenige der Zugstäbe des gleichen Materials ergeben.

Die Platte A lieferte ein Mehr von 7 v. H. im Mittel aus den Versuchen I, II, V uud VI; nach dem Ausglühen hat sich zufolge Versuch VII nur noch ein Unterschied von + 5 v. H. feststellen lassen.

Die Abweichung nach der positiven Seite hin ist bei sämtlichen Versuchen mit Platte A gefunden worden: bei verschiedener Wandstärke, im vollen und gelochten Zustande.

Bei Platte B ist der Unterschied zwischen den beiden Elastizitätsmodulen ein sehr geringer (im Mittel — 0,42 v. H.)

Bei Platte C und D fand sich ein Unterschied nach der entgegengesetzten Richtung, d. h. ein Weniger von 2,33 bezw. 3,6 v. H. aus dem Plattenversuch gegenüber dem Zugversuch.

Dass sich der Unterschied zwischen den beiden Dehnungskoeffizienten infolge des Ausglühens vor dem Versuch VII um 2 v. H. ermässigt hat, beweist, dass sich das Material, so wie es angeliefert worden ist, in einem anderen Zustande befunden hat, als nach dem Ausglühen. Welcher Art dieser Zustand gewesen ist, darüber lassen sich nur Vermutungen aussprechen, nämlich etwa, dass in dem angelieferten Material vom Walzprozess herrührende, innere Spannungen vorhanden gewesen sind. Dass das Material durch Ausglühen in einen mehr normalen Zustand übergeführt wird, folgt aus dem Vorhergehenden; nicht gewiss ist es, dass hierdurch der innere Zwangszustand ganz beseitigt worden ist. Mit der Möglichkeit, dass das gewalzte Material (und auch das gegossene) sich beim Anliefern in einem gewissen Zwangszustand befindet, hat der Ingenieur jedenfalls zu rechnen.

Bei der Beurteilung der Zahlenwerte in Zusammenstellung 16 ist im Auge zu behalten, dass das Verhältnis $m =$ Längsdehnung: Querdehnung (*Prisson*sche Zahl $\sigma = \frac{1}{m}$) nicht experimentell bestimmt werden konnte, sondern mit dem Werte $m = \frac{10}{3}$ eingeführt worden ist.[20])

[20]) Einige Angaben über das Verhältnis $\sigma = \frac{1}{m}$ mögen hier Platz finden (s. *Love*, Theory of Elasticity, vol. I S. 77 und die in Fussbemerkung 2 angegebene Arbeit von *Guest*, *Bauschinger*: Mitteilungen a. d. mech. techn. Laboratorium der Königl. techn. Hochschule in München).

Material	$E = \frac{1}{\alpha}$ kg/qcm	$G = \frac{1}{\beta}$ kg/qcm	$\sigma = \frac{1}{m}$	Beobachter
Stahl	2 181 000	834 000	[0,306]	Everett
"	—	—	0,294	Kirchhoff
"	2 081 000	—	0,268	Amagat
Schmiedeeisen	2 000 000	785 000	[0,274]	Everett
Weicher Stahl	2 085 000	785 000	[0,33]	Guest
Stahlröhren	2 227 000	823 000	[0,355]	"
"	2 185 000	785 000	[0,393]	"
"	2 180 000	787 000	[0,365]	"
"	2 170 000	809 000	[0,344]	"
"	2 137 000	771 000	[0,39]	"
"	2 074 000	805 000	[0,287]	"
"	2 032 000	750 000	[0,355]	"
"	2 025 000	764 000	[0,328]	"
Stahl	2 210 000	878 000	[0,26]	Bauschinger
"	2 240 000	853 000	[0,31]	"
"	2 200 000	856 000	[0,284]	"
"	2 140 000	837 000	[0,28]	"
"	2 220 000	869 000	[0,28]	"
"	2 300 000	851 000	[0,35]	"
"	2 220 000	850 000	[0,306]	"
"	2 250 000	876 000	[0,285]	"

Da nach theoretischen Erwägungen für vollkommen isotropes Material $\frac{1}{m} = 0{,}25$ sein soll, so würden Abweichungen von diesem Wert auf eine mehr oder minder grosse Isotropie hindeuten. Die vollständige experimentelle Ermittlung der Elastizität eines gewalzten oder gezogenen, also nicht isotropen Materials nach 3 aufeinander senkrechten Achsenrichtungen ist aber eine überaus heikle und zeitraubende Arbeit, worüber man die Ausführungen von *St. Venant* im Clebsch annoté S. 81, nachlesen möge; da bei der vorliegenden Arbeit nicht einmal die Drehungselastizität zweier zueinander senkrecht aus dem Plattenmaterial herausgeschnittener Streifen bestimmt werden konnte, so muss die Frage offen bleiben, inwieweit Mangel an Isotropie, bezw. die ungenaue Kenntnis des Wertes m die festgestellten Unterschiede zwischen den Dehnungskoeffizienten der Platten und Zugstäbe zur Folge gehabt hat. Man würde *keinen* Unterschied finden, wenn man bei Versuch VII $\frac{1}{m} = 0{,}34$; bei Versuch IX $\frac{1}{m} = 0{,}28$ und bei Versuch X $\frac{1}{m} = 0{,}265$ setzen dürfte. Vergleicht man diese Zahlen mit den in der Fussbemerkung zusammengestellten Werten, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dass die oben festgestellten Unterschiede zwischen den beiden Dehnungskoeffizienten bei genauer Ermittlung von m noch kleiner ausgefallen wären.

Als wahrscheinliche Ursachen der Unterschiede zwischen den Dehnungskoeffizienten der Platten und der Zugstäbe sind also anzuführen:

a) Die ungenaue Kenntnis des Wertes m, sowie der Elastizitätskonstanten des Materials nach 3 auf einander senkrechten Richtungen.

b) Ein eigenartiger Zustand des Materials im Anlieferungszustand (innere Spannungen, herrührend von dem Walzprozess), der durch Ausglühen verändert wird.

c) In dem Ausserachtlassen des Einflusses der Schubkräfte auf die Durchbiegung der Platte (vergl. Abschnitt f, S. 801).

Letzterer Umstand würde zur Folge haben, dass der Elastizitätsmodul der Platte kleiner gefunden wird, als derjenige des Zugstabes; Abweichungen nach der entgegengesetzten Richtung können damit nicht erklärt werden.

Föppl hat, wie schon eingangs erwähnt, an schweisseisernen Platten den Elastizitätsmodul stets kleiner gefunden, als aus Biegungsstäben desselben Materials, und zwar im Mittel um 7 v. H. in einem Einzelfall um mehr als 10 v. H. Wollte man den Unterschied auch dadurch erklären, dass m nicht den Wert $\frac{10}{3}$, sondern einen anderen besessen hat, so müsste $\frac{1}{m}$ im Mittel $= 0{,}238$, in dem Einzelfall 0,21 gewesen sein, das sind kleinere Zahlen als sämtliche in der Fussbemerkung 20 aufgezählten. So grosse Unterschiede zwischen den beiden Dehnungskoeffizienten wie *Föppl* habe ich bei den vorliegenden Versuchen nicht finden können. Ich halte es für wohl möglich, dass *Föppl* kleinere Unterschiede gefunden hätte, wenn er statt Kreisscheiben von 20 cm Durchmesser grössere verwendet hätte, z. B. wie bei *Bachs* ersten und den vorliegenden Versuchen, Platten von 56 cm Durchmesser, und wenn ferner die Auflagerschneiden etwas weniger scharf gemacht worden wären, damit sie in geringerem Masse zur Zusammendrückung, bezw. zum Eindringen in die Platte geneigt sind.[21])

4. Die Durchsicht der Theorie kreisförmiger Scheiben hat zu dem Schluss geführt, dass zwar Einwendungen grundsätzlicher Art gemacht werden können, dass es sich aber nur um Feinheiten handelt, deren Berücksichtigung auf das ziffernmässige Ergebnis voraussichtlich von geringem Einfluss sein wird. Sollte es wünschenswert erscheinen, eine bessere Uebereinstimmung zwischen Theorie und Versuch herzustellen, so müsste in erster Linie das Plattenmaterial genau auf seine Isotropie hin untersucht werden, sodass man die Folgen mangelhafter Isotropie zahlenmässig feststellen kann.

Vom technischen Standpunkt aus scheint mir ein Bedürfnis nach feinerer Ausgestaltung der Theorie kreisförmiger Scheiben nicht vorzuliegen.

5. Inwieweit der Ingenieur berechtigt ist, den Entwicklungen der allgemeinen Elastizitätslehre für kreisförmige Scheiben Vertrauen entgegen zu bringen, ergibt sich aus den unter Ziffer 3) aufgeführten Zahlen, nach denen ein Unterschied von + 7 bis — 3,6 v. H. zwischen Theorie und Versuch festgestellt worden ist, sofern für das Verhältnis m = Längsdehnung: Querdehnung der Wert $\frac{10}{3}$ gesetzt wird. Da nun bei technischen Rechnungen eine absolute Genauigkeit meist gar nicht verlangt wird, in zahlreichen Fällen wegen der Schwierigkeit der Aufgabe überhaupt nicht erreichbar ist, *so dürfen die Ergebnisse der Theorie kreisförmiger Scheiben vom technischen Standpunkt als hinreichend zuverlässig bezeichnet werden*, bis zu der Grenze hin, bis zu welcher die allgemeine Theorie der Elastizität ihren Voraussetzungen gemäss (s. Abschn. f) noch anwendbar ist. Damit tut sich eine neue Schwierigkeit in doppelter Hinsicht auf: fürs erste kann diese Grenze nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse über das Verhalten des Materials bei gleichzeitigen Beanspruchungen nach mehreren Richtungen nicht mit Sicherheit angegeben werden, fürs zweite aber ist es keineswegs sicher, dass diese Grenze, wenn sie bekannt wäre, auch gleichzeitig die Grenze für die praktische Verwendbarkeit eines Maschinenteiles bilden würde. Der erste Teil der Frage kann nur auf dem Wege des Versuchs geklärt, der zweite nur durch die Erfahrung im Betrieb entschieden werden. Ein sprechendes Beispiel hierzu liefert die *Hertz*sche Theorie über die Berührung elastischer Körper und die Versuche *Stribecks* mit Kugellagern. Auch hier haben die Ergebnisse der allgemeinen Elastizitätztheorie eine Prüfung durch den Versuch erfahren. Der Versuch bestätigte die *Hertz*sche Theorie fast vollkommen. *Stribeck* bemerkt selbst,[22]) dass, wenn die Kugeln mit verhältnismässig kleiner Kraft gegen einander gepresst wurden, sodass bleibende Eindrückungen nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten, die bei den Versuchen beobachteten und die nach *Hertz* berechneten Eindrückungen fast vollständig mit einander übereinstimmten. Trotz der Bestätigung für kleine Formänderungen und Anstrengungen innerhalb der Proportionalitätsgrenze hat sich aber die *Hertz*sche Theorie für den praktischen Zweck der Dimensionierung als völlig unzureichend erwiesen.[23]) Die Kugeln

---

Die eingeklammerten Werte sind berechnet aus der bekannten Gleichung

$$\frac{1}{m} = \sigma = \frac{\beta}{2\,\alpha} - 1 = \frac{E}{2\,G} - 1.$$

Die *mittelbare* Bestimmung setzt (ausser der Richtigkeit der letzten Gleichung) eine sehr genaue Ermittlung von E und G voraus; kleine Aenderungen der beiden Werte haben einen ziemlich starken Einfluss auf den Rechnungwert von $\frac{1}{m}$. Dies ist zu beachten, wenn der oder jener Wert von $\sigma = \frac{1}{m}$ in der obenstehenden Zusammenstellung nicht ganz wahrscheinlrch erscheinen sollte.

Unmittelbare Bestimmungen von m sind sehr schwierig und nur in spärlicher Anzahl ausgeführt.

---

[21]) Ein deutlicheres Urteil in dieser Hinsicht gestattet der Vergleich des Versuches X in dieser Arbeit an einer 10 mm starken Scheibe mit dem Versuch 8 oder 9 *Föppls* an einer gleich starken Scheibe; es stehen sich gegenüber:

hier: für 200 kg Lastzuwachs eine Durchbiegung von 0,0400 cm
bei *Föppl*: „ 200 „ „ „ „ „ 0,0053 „

das ist nur der 7. bis 8. Teil. Dabei verteilt sich die Last von 200 kg im 1. Falle auf einen Kreisumfang von 56 cm Durchmesser mit flacher Auflage (s. *Bach*, Abhandlungen und Berichte, Fig. 84. im zweiten auf einen Kreisumfang von 20 cm Durchmesser mit verhältnismässig scharfer Schneide (s. *Föppl*, Mitteilungen, Heft 27. Tafel V). Bei dem *Föppl*schen Versuch muss deshalb offenbar die örtliche Zusammendrückung bezw. Eindrückung am Auflager, ihrem Absolutwert nach, und insbesondere im Vergleich zu dem kleinen Biegungspfeil grösser gewesen sein, als bei den vorliegenden Versuchen. Die örtliche Deformation ist nun in der Ablesung für den Biegungspfeil enthalten, weshalb die Nachgiebigkeit der Scheibe grösser erscheint, als sie in Wirklichkeit ist.

[22]) Mitteilungen über Forschungsarbeiten. Herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Heft 2, S. 7.

[23]) Vergl. hierzu die Darlegungen *Bachs* in „Elastizität und Festigkeit“ 4. Aufl. S. 164.



sind nach den *Stribeck*schen Versuchen und den bis heute gemachten Betriebserfahrungen auch bei Anstrengungen, die weit jenseits der Proportionalitätsgrenze liegen und für welche die *Hertz*schen Gleichungen nicht mehr gelten, noch gebrauchsfähig. Das konnte nach den Gleichungen von *Hertz* keineswegs erwartet werden; es lag vielmehr die Gefahr vor, dass aus diesen Gleichungen der Schluss gezogen wurde, die Kugellager seien für hohe Belastungen ganz unbrauchbar, sofern man in diese Gleichungen für die zulässige Materialanstrengung die sonst üblichen Werte einführt. „Wollte man die zulässige Belastung gehärteter Stahlkugeln so niedrig wählen, dass die grösste Dehnung die Proportionalitätsgrenze[24]) nicht überschreitet, so käme das einem Verzicht auf Kugellager für grössere Belastungen gleich.“ (*Stribeck*, a. a. O. S. 4.) Für die Wertschätzung der Theorie seitens des Ingenieurs ist dieser Fall sehr lehrreich. Hervorzuheben ist, dass sich dabei nicht allein die praktische Brauchbarkeit der *Hertz*schen Theorie als unzureichend herausgestellt hat; es zeigt sich auch, dass unsere heutigen Anschauungen über die zulässige Anstrengung des Materials keineswegs als allgemein giltig und abgeschlossen angesehen werden können, sondern durch weitere Versuche und Sammlung von Erfahrungen erweitert werden müssen.[25])

Unter Berücksichtigung des zuletzt Dargelegten kann die Frage, inwieweit der Ingenieur der Theorie kreisförmiger Platten Vertrauen entgegenbringen darf, dahin beantwortet werden:

Die Genauigkeit der theoretischen Ergebnisse darf vom technischen Standpunkt aus innerhalb der Proportionalitätsgrenze als eine genügend grosse bezeichnet werden. Wird es in irgend einem Falle nötig, sich eingehender über den Formänderungs- und Spannungszustand zu unterrichten, so können die Ergebnisse der Theorie mit Vertrauen benutzt werden.

Ueber die *Giltigkeitsgrenzen* der Theorie kann aus den vorliegenden Versuchen ein allgemeiner Schluss nicht gezogen werden (s. Ziff. 1), noch weniger über die zulässige Materialanstrengung; die Bestimmung der letzteren erfordert ausser wissenschaftlichen Versuchen die Beachtung der Erfahrungen im Betrieb.

[24]) 9000 kg/qcm. Das ist im Vergleich mit den üblichen Werten der zulässigen Druckbeanspruchung überaus viel.

[25]) Wenn sich die von *Stribeck* mitgeteilten Erfahrungen mit Kugellagern für hohe Belastungen in der Praxis im Dauerbetrieb auch fernerhin bestätigen, so müssen die üblichen Anschauungen über die Grösse der zulässigen Anstrengung eine wesentliche Erweiterung erfahren.

Neuere Versuche an Spiritusmotoren.

Die Versuche, den fast überall bestehenden Notstand der Landwirtschaft zu heben, den Gegensatz zwischen ihr und der Industrie zu mildern, haben an vielen Orten gleichzeitig die Aufmerksamkeit der Regierungen auf die Spiritusmotoren gelenkt. Der Gedanke war zu verlockend, einerseits der Landwirtschaft zur Ergeuzung der in ihren Betrieben notwendigen Kraft einen Kraftträger zu zeigen, bei dessen Bereitung in der Hauptsache landwirtschaftliche Erzeugnisse gebraucht wurden, andererseits durch Bildung eines Gebietes, an dem beide für die Gesamtheit so wichtigen Stände, Landwirtschaft und Industrie, gleichmässig stark beteiligt waren, die widerstrebenden Interessen wenn auch nur in etwas zu versöhnen. Daher die ganz ungewöhnliche Beachtung, welche in Deutschland der Entwicklung der Spiritusmotorentechnik seitens der Regierung geschenkt wird, daher die von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstaltete Hauptprüfung von Spirituslokomobilen im Jahre 1902 über die vor kurzem in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure ausführlich berichtet wurde[1]), daher auch das internationale Preisausschreiben, das im Jahre 1901 von dem französischen Landwirtschaftsminister ausging, und dem, da das erste eine Reihe beachtenswerter Erfolge gezeitigt hatte, im Jahre 1902 schon ein zweites folgte. Ueber die aus diesem letzteren Anlasse vorgenommenen, eingehenden Versuche berichtet Professor *Max Ringelmann* in der Revue de Mécanique[2]). Seinen interessanten Ausführungen entnehmen wir zunächst die folgenden Mitteilungen.

Der vom Landwirtschaftsminister berufene Ausschuss setzte in erster Linie den Plan fest, nach dem die Preisverteilung stattfinden sollte. Er teilte die Motoren in zwei Abteilungen, von denen die erste ortsfeste Motoren, Lokomobilen und solche Motoren umfasste, die mit der angetriebenen Maschine zu einem einheitlichen Ganzen vereinigt waren, während die zweite alle Automobil- und Bootsmotoren in sich schloss. Nur die der ersten Abteilung wurden einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Auch sie wurden wieder in eine ganze Anzahl Gruppen geteilt, wobei einerseits die Leistungsfähigkeit des betreffenden Motors, andererseits aber auch das Gewicht des Motors für eine abgebremste Pferdestärke massgebend war, letzteres mit Rücksicht auf die Tatsache, die sich bei den Untersuchungen im Jahre vorher ergeben hatte, dass die sehr leichten, meist nur für Automobile und Boote gebauten, aber auch als ortsfeste Motoren benutzten, sehr rasch laufenden Maschinen einen ganz beträchtlich höheren spezifischen Verbrauch an Spiritus zeigen, als die mit normalen Umlaufzahlen arbeitenden, und dass daher die genannten beiden Arten von Motoren nicht miteinander verglichen werden können.

Eine sehr bedeutende Anzahl von Motoren war zum Wettbewerb angemeldet, und da nur sehr wenig Zeit für die Versuche zur Verfügung stand, so war es unbedingt nötig, dass jeder Motor zu einer festgesetzten Zeit, bestimmt zur Untersuchung bereit stand. Es wurde daher eine genaue Zeiteinteilung getroffen, und die in den Wettbewerb eintretenden Firmen wurden, meistens vierzehn Tage bis einen Monat, vorher, unterrichtet, an welchem Tage und zu welcher Zeit ihr Motor an die Reihe käme. Motoren, die nicht rechtzeitig für den Versuch betriebsbereit aufgestellt waren, wurden wenn möglich in eine spätere Versuchsreihe eingeschoben.

Für jede von den 13 Versuchsreihen war eine halbe Woche vorgesehen und diese Zeit musste in der Weise ausgenutzt werden, wie es aus der folgenden Zusammenstellung zu ersehen ist.

Erste Reihe	Zweite Reihe	
Dienstag: 1^h bis 6^h abends	Freitag: 1^h bis 6^h abends	Ankunft des Motors. Abladen und Aufstellung auf dem Versuchsplatze
Mittwoch: 7^h bis 11^h 12^h „ 6^h Donnerstag: 7^h „ 11^h	Samstag: 7^h bis 11^h 12^h „ 6^h Montag: 7^h „ 11^h	Ingangsetzen und Einregulieren durch die ausstellende Firma
Donnerstag: 1^h bis 6^h	Montag: 1^h bis 6^h	Versuche der Preisrichter
Freitag: 7^h bis 11^h	Dienstag: 7^h bis 11^h	Abbau und Abladen des Motors

Die Versuche, welche an 42 durch 25 verschiedene Firmen ausgestellten Motoren durchgeführt wurden, dauerten ohne Unterbrechung von Ende März bis zum 12 Mai einschliesslich: die Schlussversammlung der Preisrichter, in der die Verteilung der Preise vorgenommen wurde, fand am Montag, den 19. Mai statt und am folgenden Samstag wurde die Ausstellung dem Publikum geöffnet.

Die Haupthalle der Versuchsstation wurde zum Versammlungszimmer der Preisrichter umgewandelt, die Versuche fanden in einem Anbau statt, wo genügend Platz vorhanden war, um 6 bis 8 Motoren aufzustellen, und für die notwendigen Schienen zum Verankern derselben gesorgt war. Den Ausstellern wurden seitens der Ausstellungsleitung zur Verfügung gestellt: Wasserzu- und Ableitung, Abgasleitung, Thermometer, Tourenzähler, Behälter für den Spiritus, Wassermesser, Dynamometer u. s. w. mit einem Wort alle für die Versuche notwendigen Apparate, mit Ausnahme der Brems-

[1]) Siehe: *E. Meyer* Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., S. 513.
[2]) Siehe: Revue de Mécanique, März 1903.

zäune, da zu deren Beschaffung für jeden einzelnen Motor die Zeit fehlte. Diese Vorrichtungen mussten also die ausstellenden Firmen beschaffen, doch war eine Prüfung der Bremszäune seitens der Preisrichter ausdrücklich vorbehalten.

Die unmittelbar mit Pumpen gekuppelten Motoren wurden in einem Anbau oder im Hofe geprüft, wobei sie Wasser auf den dort befindlichen Wasserturm zu liefern hatten, die Lokomobilen und Dreschmaschinen unter freiem Himmel in dem Garten der Versuchstation.

Die Einregulierung der Motoren wurde vollständig den ausstellenden Firmen überlassen, denen überhaupt in jeder Beziehung das möglichste Entgegenkommen bewiesen wurde. Waren sie rechtzeitig mit ihren Motoren zur Stelle, so konnten sie die oben angegebene Zeit für ihre Vorversuche benutzen und es wurden die offiziellen Versuche erst begonnen, nachdem die Erklärung abgegeben war, die Maschine sei vollkommen in Ordnung. Sodann wurden sofort nach jedem Versuch die hierbei festgestellten Zahlen und die Ergebnisse der Berechnungen dem Interessenten mitgeteilt, damit dieser, wenn nötig, irgend welche Bemerkungen hierzu machen könnte.

Neben den Versuchen an den Motoren selbst, wurden Untersuchungen chemischer Natur vorgenommen, welche sich auf die Zusammensetzung des brennbaren Gemisches und der Abgase bezogen; die Analysen wurden in einem kleinen neben der Versuchstation liegenden Laboratorium vorgemommen.

Wenn man die grosse Zahl der zu untersuchenden Motore berücksichtigt, so wird es verständlich werden, dass neben den 10 Preisrichtern der hier in Frage kommenden Gruppe von ausgestellten Maschinen noch 13 technisch gebildete Hilfskräfte bei den Untersuchungen tätig waren.

Da der internationale Wettbewerb nur stattfand, um zur Entwicklung der Spiritusverwendung beizutragen, so sollten die Ergebnisse der Versuche und somit die verliehenen Auszeichungen dem Publikum hauptsächlich die Maschinen und Apparate bezeichnen, bei denen das Brennmaterial am besten ausgenutzt wurde. Das Hauptgewicht wurde deshalb auf die Verbrauchszahlen an Spiritus und auf das gute Arbeiten der einzelnen Maschinen gelegt.

Den Fabrikanten war es überlassen, unter 2 Arten Spiritus zu wählen, mit welchem der Motor arbeiten sollte. Es waren dieses einerseits reiner denaturierter, andererseits zu 50 v. H. karburierter Spiritus. Zum Karburieren war Benzol benutzt und die Elementaranalyse ergab die folgende Zusammensetzung für die beiden Spiritusarten:

In einem Kilogramm waren enthalten

	bei reinem, denaturierten Spiritus	bei zu 50 v. H. karburiertem Spiritus
C	0,4372	0,6899
H	0,1112	0,0948
O	0,3029	0,1477
H_2O	0,1408	0,0685

Daraus wurde an Hand der *Redtenbacher*schen Formel

$$P = 7{,}050 \,.\, C + 34{,}500 \left(H - \frac{O}{8} \right) - 650\, H_2O$$

der Heizwert P zu 5520,97 Wärmeeinheiten bei dem reinen denaturierten, zu 7453 Wärmeeinheiten bei dem zu 50 v. H. karburierten Spiritus bestimmt, d. h. der Heizwert des ersteren verhielt sich zu dem des letzteren wie 0,740 zu 1,000

Eingehende Versuche zeigten nun, dass derselbe Motor, der vom reinen denaturierten Spiritus für eine bestimmte Leistung 10 kg gebrauchte, unter genau gleichen Arbeitsverhältnissen zur Entwicklung derselben Leistung 7 kg des zu 50 v. H. karburierten Spiritus nötig hatte. Es wurden infolgedessen der Einfachheit halber alle diejenigen Verbrauchszahlen, welche für die erste Sorte Spiritus galten, mit 0,7 multipliziert, um auf diese Weise für alle Versuche einen Vergleich zu ermöglichen.

Wir müssen es uns leider versagen, die einzelnen Versuche eingehend zu behandeln, und können hier nur auf die allgemeinen Schlussfolgerungen eingehen, die seitens des Preisrichterkollegiums aus den zahlreichen Versuchen gezogen wurden. In bezug auf *alle Einzelheiten* müssen wir auf unsere Quelle verweisen: Die Inbetriebsetzung war bei den Spiritusmotoren mit nicht grösseren Schwierigkeiten als bei Petroleummotoren verknüpft, wenigstens bei Verwendung von zu 50 v. H. karburiertem Spiritus.

Die Auspuffgase hatten keinen unangenehmen Geruch und die Ventile verschmutzten nicht, sobald der Motor gut einreguliert war.

Bei den schlecht einregulierten Maschinen, welche zu viel oder zu wenig karburierte Luft verbrauchten, trat unvollkommene Verbrennung ein und bei gewissen Motoren sogar eine Zersetzung des Spiritus. Diese ist entweder durch zu hohe Temperatur oder zu hohen Druck im Arbeitszylinder hervorgerufen.

Die Auspuffgase sind stets mehr oder weniger sauer und greifen daher die Ventile an; es ist deshalb geraten, nach dem Stillsetzen eines Spiritusmotors, namentlich wenn der Stillstand längere Zeit dauert, Zylinder und Ventile mit Petroleum einzufetten.

Mit das wichtigste Glied des Spiritusmotors ist der Karburator: von der richtigen Wahl seiner Abmessungen hängt es hauptsächlich ab, ob die richtige Menge Luft mit der richtigen Geschwindigkeit in den Motor gelangt, und es ist daher ohne weiteres klar, dass ein und derselbe Karburator nicht bei verschieden grossen Motoren verwendet werden kann. Es rührt eben beim Spiritusmotor, wie überhaupt bei den Verbrennungskraftmaschinen nur davon her, dass eine falsche Luftmenge in den Zylinder eintritt, wenn eine unvollkommene Verbrennung des Spiritus stattfindet. Die Versuche haben bewiesen, dass die verschiedenen Konstruktionen sehr verschieden empfindlich gegen den Eintritt einer falschen Menge Luft sind; als richtig aber hat es sich bei allen Motoren herausgestellt, das 1,7 fache der theoretisch zur Verbrennung notwendigen Luft in den Motor einzuführen. Wenn man den Prozentsatz an unverbrannten Bestandteilen der Abgase als Ordinate, das Verhältnis der wirklich verbrauchten Luft zu der theoretisch notwendigen als Abszissen für die einzelnen untersuchten Motoren aufträgt und die so erhaltenen Punkte durch 2 Linien aussen umschliesst, so zeigt sich dass diese Linien bei der Abszisse 1,7 fast zusammenfallen, nach beiden Seiten hin jedoch stark divergieren. Zieht man schliesslich die überall in der Mitte zwischen den beiden Umrahmungslinien liegende Kurve, so kann man aus dieser unmittelbar ablesen, in wieweit sich durch falsche Wahl der eintretenden Luftmenge im Mittel der Verbrauch an Brennmaterial unter sonst gleichen Verhältnissen verschlechtern wird.

Eine wirklich vollständige Verbrennung konnte übrigens in keinem Falle erzielt werden, geringe Spuren unverbrannter Bestandteile wurden stets in den Abgasen gefunden.[3])

Bei dem Vergleich der einzelnen zu ein und derselben Gruppe gehörigen Motoren ging man nun folgendermassen vor:

Auf Grund zahlreicher, schon vor diesen Wettbewerb angestellter Versuche war man zu der Ueberzeugung gekommen, dass sich der Verbrauch an Brennmaterial für jeden beliebigen Motor feststellen lässt durch die Gleichung: $Y = a + b \,.\, x$, worin Y den Brennstoffverbrauch bei einer bestimmten Leistung x, a denjenigen bei Leerlauf des Motors und b einen von der Natur des benutzten Brennstoffes abhängigen, von der besonderen Konstruktion des Motors jedoch vollständig unbeeinflussten Koeffizienten bezeichnet. Dabei wächst b mit abnehmendem Heizwert des Brennstoffes. Trägt man den Verbrauch an Spiritus als Ordinate, die geleistete Arbeit als Abszisse auf, so ergibt sich demnach, dass der Brennstoffverbrauch bei verschiedenen Leistungen durch eine gerade Linie dargestellt ist, die auf der Ordinatenachse den Verbrauch bei Leerlauf abschneidet, und wenn in Fig. 1 z. B. der Verbrauch an reinem denaturierten Spiritus für einen Motor durch die Linie $a'\,m'$ dargestellt wird, so bezeichnet $a\,m$

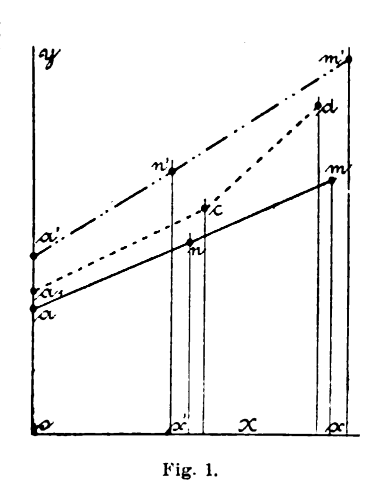


Fig. 1.

[3]) Obige Ausführungen geben nur ganz kurz einige Ergebnisse der Untersuchungen wieder, die von dem Mitarbeiter **Ringelmanns**, *Sorel*, in dem bereits genannten, neben der Versuchsstation liegenden Laboratorium vorgenommen wurden. Wir kommen auf diese noch weiter unten eingehend zurück.



denjenigen an zu 50 v. H. karburiertem Spiritus, wobei das Verhältnis der zusammengehörigen Ordinaten ungefähr 0,7 beträgt. Während nun bei gut einregulierten Maschinen tatsächlich die beobachteten Verbrauchsziffern annähernd eine gerade Linie bilden, ist es das Zeichen eines schlecht regulierten Motors, wenn der Verbrauch durch einen geknickten Linienzug dargestellt wird, also z. B. durch a_1, c, d. Bietet demnach diese Darstellung schon einen Anhalt dafür, ob eine wirklich gute Einregulierung der Maschine stattgefunden hat, so ist es doch unmöglich, an Hand derselben den Vergleich zwischen zwei verschieden grossen Motoren zu ziehen und zwar deshalb, weil der Verbrauch an Brennmaterial für den Leerlauf mit den Abmessungen der Maschine, also mit der grössten Leistung, für die sie gebaut ist, wächst. Der spezifische Verbrauch für eine Pferdestärkenstunde aber ist ebenfalls unmittelbar nicht zum Vergleiche brauchbar, da er aus dem gleichen Grunde abnimmt, aus dem der Gesamtverbrauch Y mit der Grösse des Motors steigt. Dagegen ist er mittelbar in folgender Weise als Vergleichszahl brauchbar und auch benutzt worden: Der spezifische Verbrauch y für eine Pferdestärkenstunde wird bekanntlich aus dem Gesamtverbrauch Y durch Division durch die Leistung x gefunden, oder es ist

$$y = \frac{Y}{x}$$

Demnach wird unter Berücksichtigung der obigen Gleichung

$$Y = a + b\,x$$

jetzt

$$y = \frac{a}{x} + b$$

Das ist aber die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel oder mit anderen Worten: trägt man den spezifischen Spiritusverbrauch als Ordinate zu der entsprechenden Leistung auf, so liegen die für einen bestimmten Motor gefundenen Punkte auf einer gleichseitigen Hyperbel. Führt man nun dieses Verfahren für zwei verschiedene Motoren aus, so ergeben sich zwei verschiedene Hyperbeln, und derjenige Motor verdient vor dem anderen den Vorzug, dessen Hyperbel tiefer liegt. So ist es möglich, zwei Motoren derselben Gattung, deren Leistung aber sehr verschieden von einander ist, in bezug auf ihren Spiritusverbrauch mit einander unmittelbar zu vergleichen. Z. B. ist in Fig. 2 der Motor N

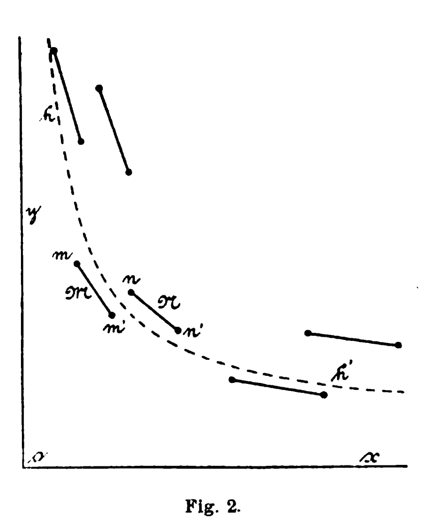


Fig. 2.

geringwertiger als der Motor M, da die Punkte, welche den spezifischen Spiritusverbrauch bezeichnen, bei jenem über, bei diesem unter der Hyperbel $h\,h$ liegen. Auf diese Weise wurden die Motoren jeder einzelnen Gruppe unter einander verglichen und dadurch diejenigen bestimmt, welche eine Auszeichnung verdienten.

(Fortsetzung folgt).

Schnellbetrieb auf den Eisenbahnen der Gegenwart.

Von Ingenieur **M. Richter**, Bingen.

(Fortsetzung von S. 199 d. Bd.)

b) Verbundlokomotiven.

An Hand der Darstellungen der Triebwerksanordnungen und der dazu gehörigen Tabelle auf S. 350, **316**, 1901, sei auch im folgenden die Einteilung der Verbundsysteme hauptsächlich auf Grund der Anzahl, Lage und Verteilung der Zylinder vorgenommen. Für den Schnellbetrieb haben diese Gesichtspunkte allein Bedeutung, während die Art der Anfahrvorrichtung bei ihrem rein konstruktiven Interesse nicht in Betracht kommen kann, sondern höchstens der Vollständigkeit wegen Erwähnung finden muss, um so mehr, als die Systeme der Anfahrvorrichtung, wie früher bereits erwähnt, zahllose sind.

Es sollen unterschieden werden: die unsymmetrische Verbundmaschine mit zwei Zylindern, die symmetrische mit drei, und mit vier Zylindern, und zwar letztere in Tandemanordnung, in *Vauclain*scher Bauart (beide durch gewöhnliches „Zwillings"-Triebwerk ausgezeichnet), und mit „Vierlings"-Triebwerk nach *de Glehn* und *v. Borries-Webb.*

A. *Zweizylinder-Verbundlokomotiven.*

Die unsymmetrische Verbundmaschine, Kl. I der Tabelle, hat in den letzten 15 Jahren rasch an Verbreitung gewonnen, nachdem durch die Bemühungen von *v. Borries* und durch sein fortwährend verbessertes, ursprünglich ganz automatisches Anfahrventil, die Versuchslokomotiven der Hannoverschen Eisenbahndirektion sich erfolgreich bewährt hatten, so dass allmählich das Interesse für die Verbundmaschine allgemeiner würde, wozu besonders die Weltausstellung Paris 1889 das ihrige beitragen konnte. In dem ungeheuren Gebiet der deutsch-österreichischen Vereinsbahnen ist bis auf zu zählende Ausnahmen die unsymmetrische Verbundmaschine für Personen- und Güterzugdienst allgemein zur Anwendung gekommen und erfreut sich auch ausserhalb dieses Gebietes mancher Anerkennung; in England dagegen, wo *Worsdell* gleichzeitig mit *v. Borries* seine Versuche auf der Nordostbahn unternahm, sind diese ohne praktischen Erfolg geblieben und keine zweizylindrigen Verbundmaschinen mehr gebaut worden; in Nordamerika kommt die Bauart zwar vor, aber mehr im Güter- als im Personenzugsdienst, und ist überhaupt nur vereinzelt zur Anwendung gekommen, was mit ihren, teils tatsächlich vorhandenen, teils auch nur scheinbaren Uebelständen zusammenhängt.

Die Vor- und Nachteile der unsymmetrischen Verbundmaschine sind kurz folgende:

Mit der Zwillingsmaschine hat sie das einfache Triebwerk gemeinsam; sie ist daher möglichst billig in der Anlage und im Betrieb, da sie sehr selten Reparatur erfordert; ebenso teilt sie mit jener das geringste Dienstgewicht; nachteilig ist im Vergleich zu jener die Notwendigkeit eines mehr oder weniger verwickelten Anfahrventils von mehr oder weniger grosser Zuverlässigkeit, sowie die damit zusammenhängende, geringere Tauglichkeit beim Anfahren.

Was die heutzutage, für die hohen Geschwindigkeiten erforderliche Ruhe des Ganges betrifft, so ist dieselbe natürlich unter gleichen Umständen, d. h. gleichem Ausgleich der hin- und hergehenden Massen und gleichem Radstand, so gross wie bei der Zwillingsmaschine. Die theoretischen, sehr eingehenden Untersuchungen von *v. Borries* („Neuere Fortschritte im Lokomotivbau", Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1902) haben ergeben, dass weder ungleiche Arbeiten auf beiden Seiten, wie sie sich bei nicht zusammenpassenden Füllungen und Kolbendrücken häufig (vielleicht immer) einstellen, noch ungleiche Kolbengewichte einen Einfluss auf den Gang der Maschine haben, obwohl besonders der erste Punkt



im Widerspruch zu der landläufigen, dem natürlichen Gefühl entspringenden Meinung steht, wonach ungleiche Arbeiten ein einseitiges Schlingern, „Hinken", hervorbringen müssten; der Gegenbeweis ist einfach die gegenseitige Aufhebung von Kolbendruck und Zylinderdeckeldruck durch Vermittlung des Rahmens, wodurch es auch ganz allein erklärt wird, dass bei Beschädigung einer Maschinenseite ohne Störung nachweislich ohne weiteres mit dem anderen Zylinder allein weitergefahren werden kann.

Besondere Nachteile zeigen sich also hierin nicht, wohl aber auch keine Vorteile; zu vermissen ist vor allem eine Möglichkeit, die Massen anders als durch rotierende Gegengewichte auszugleichen; und dieser Mangel ist der schwerwiegendste und trägt das meiste dazu bei, dass die unsymmetrische Verbundlokomotive, zumal die vierachsige, über kurz oder lang im Schnellverkehr ausgespielt hat. Jetzt, wo die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven fortwährend sich steigert, wo also immer grössere Zylinder erforderlich werden, tritt auch dieser Uebelstand, die Ausgleichung der hin- und hergehenden Massen, welche sich unaufhörlich vergrössern, immer mehr hervor und verlangt dringend Abhilfe; man bedenke, was es heisst, wenn ein Niederdruckkolben von 80 cm Durchmesser 300 mal in der Minute sein Spiel machen soll!

Konstruktiv ist endlich zu erwähnen, dass mit der Vergrösserung der Zylinder ihre Unterkunft am Rahmen immer schwieriger wird; ausserhalb der Rahmen schneiden sie das Normalprofil, innerhalb machen sie Rahmenkröpfungen nötig.

Es ist unter solchen Umständen, wo die Sparsamkeit in Wasser- und Kohlenverbrauch wirklich der einzige, aber mit einer Anzahl von Unbequemlichkeiten erkaufte Vorzug eines Systemes ist, die sichere Ueberholung desselben durch andere Systeme nur eine Zeitfrage, deren Lösung schon jetzt allenthalben im Gange ist, obwohl die unsymmetrische Verbundmaschine so wie so erst seit kurzer Zeit Bedeutung erlangt hat.

Von Mustern dieses Systems seien nun erwähnt:

1. *Die Schnellzuglokomotive der preussischen Staatsbahn* (Fig. 57) ist fast ohne geringste Abänderung, etwa seit dem

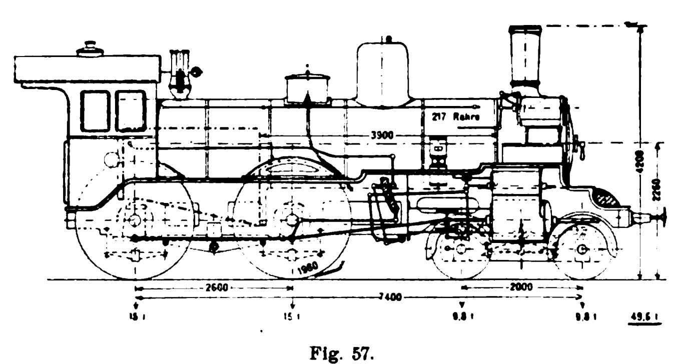


Fig. 57.
Preussische Staatsbahn.

Jahre 1889, in unzähligen Exemplaren von sämtlichen preussischen Lokomotivbaufirmen (auch von *Grafenstaden*) immer von neuem wieder gebaut worden und hat sich vor etwa 10 Jahren durch vorzügliche Leistungsfähigkeit, Sparsamkeit und elegantes Aeussere hervorgethan, während sie heute allerdings nichts mehr bedeutet; ihre Leistung ist mässig, ihre Grösse sehr bescheiden im Vergleich zu den neueren Schöpfungen, auch des einheimischen Lokomotivbaues. Besonderes weist die Konstruktion nicht auf; sie ist möglichst einfach gehalten; zu erwähnen ist nur, dass der Hochdruckzylinder rechts, der Niederdruckzylinder links in der Fahrtrichtung liegt, der Verbinder in die Rauchkammer eingebaut ist und dass die älteren Lokomotiven das selbsttätige, die neueren das vom Führer willkürlich zu bedienende Anfahrventil besitzen.

Der Tender ist meist dreiachsig, mit 12 cbm Wasserraum, die neueren Ausführungen sind solche mit zwei zweiachsigen Drehgestellen bei 16 cbm Fassung. Bemerkenswert ist auch das nach amerikanischem Muster (seit der Weltausstellung Chicago 1893) gebaute, sehr geräumige, helle Führerhaus. Das Drehgestell mit seitlicher Druckauflage ist genau in der Mitte gelagert und seitlich verschiebbar.

Diese Lokomotive gehört zu den neueren Normalien der preussischen Staatsbahnen und bedient das ganze Netz derselben ohne Unterschied, sie läuft ohne Unterschied in Personen- und Schnellzügen aller Art zwischen Mannheim und Königsberg, Aachen und Breslau, Hof und Hamburg. Ihre höchste Leistung ist (bei 120 qm Heizfläche) etwa 850 PS; besonders die älteren Maschinen sind nicht imstande, diese Zahl zu überschreiten, da der Niederdruckzylinder infolge zu geringer Querschnitte im Anfahrventil stark gedrosselten Dampf erhält und zu wenig arbeitet. Die höchst zulässige Geschwindigkeit beträgt 100 km/Std. und wird bei einer ganzen Reihe von Schnellzügen neuerdings lange Zeit hindurch glänzend ausgehalten, was zur Vermeidung von Verspätungen, bezw. zum Einholen derselben, von grossem Werte ist, um so mehr, als das Anfahren etwas schleppend, zögernd stattfindet. Die Zuglast beträgt bis zu 45 Achsen hinter dem Tender.

Die schnellste Fahrt in Preussen (und Deutschland) ist Hamburg—Wittenberge 159,2 km in 1 Std. 51 Min., 86 km/Std.

Die längste Weitfahrt in Preussen ist Leipzig—Berlin (und umgekehrt) 172,7 km in 2 Std. 15 Min., 76,7 km/Std.

Ausserdem wird eine ganze Reihe von Fahrten mit durchschnittlichen Geschwindigkeiten (im Fahrplan) bis zu 84 km/Std. ausgeführt, zum Teil mit schweren Zügen; hier zeichnen sich aus die Strecken Berlin—Hamburg, und Berlin—Halle.

Für Personenzugsdienst, sowie schweren Schnellzugsdienst, besonders im Hügelland, ist dieselbe Maschine auch mit Triebrädern von 1750 mm Durchmesser, im übrigen aber genau gleich, ausgeführt. Beide Typen sind ausserdem teilweise noch nach dem Zwillingssystem gebaut, was im Personenzugdienst mit häufigem Anfahren von Vorteil ist. Diese Personenzuglokomotiven mit niederen Triebrädern haben eine Höchstgeschwindigkeit von 90 km/Std., was einer Umdrehungszahl von 275 i. d. Minute entspricht. Zum Vergleich sind auch die Abmessungen der letzteren in die Tabelle aufgenommen.

Diese Bauart ist unverändert auch auf die Elsässer Bahnen, sowie mit geringen Abänderungen auf die Russischen Staatsbahnen übernommen worden.

In gebirgigen Ländern hat sich ebenfalls diese Gattung Eingang verschafft, und die Verkleinerung der Triebräder von 1980 mm (Flachland) auf 1850, 1750, 1650 mm hat bei genügendem Adhäsionsgewicht von 30 bis 32 t ohne Kupplung einer dritten Achse die gewünschte Steigerung der Zugkraft erzielen lassen. Solche Lokomotiven sind deshalb normal geworden in Bayern, Sachsen, Elsass, auf der Jura-Simplon-Bahn und in Württemberg, wo der erwähnte geringste Raddurchmesser angewendet ist; die höchst zulässige Geschwindigkeit ist in allen diesen Fällen 90 km/Std.

Von den Anfahrvorrichtungen ist zu berichten, dass im allgemeinen das *v. Borries*sche Ventil benutzt wird; in Bayern dagegen eine von der Steuerwelle aus selbsttätig bediente Einrichtung von *Maffei*, welche bei Ueberschreitung eines gewissen Füllungsgrades ausgelöst wird, sodass Frischdampf zum Niederdruckzylinder geht. In Württemberg ist nach *Gölsdorf*schem System kein Anfahrventil vorhanden, sondern das Gesicht des Niederdruckschiebers besitzt Bohrungen und Einkerbungen, durch welche, ebenfalls bei Ueberschreiten einer bestimmten Füllung, Frischdampf in den Niederdruckzylinder gelangt. Dadurch werden Füllungen bis zu 95 v. H. erreicht, und bei dem Wegfall sämtlicher Hähne, Stangen, Hebel und Federn anderer Muster ist ein Versagen durchaus unmöglich.

Bei der grossen Ausdehnung des bayrischen Bahnnetzes kann hier auch *die Schnellzuglokomotive der bayrischen Staatsbahn* besprochen werden. Ihre Abmessungen sind denjenigen der entsprechenden Maschine der Jura-Simplon Bahn gegenübergestellt. Ihre Gesamtanordnung ist ziemlich ähnlich wie bei der vorigen; der Radstand des Drehgestelles etwas länger, der gesamte etwas kürzer; die Leistung ist annähernd dieselbe, die Zugkraft etwas grösser. Die vielteilige, aber in ihrer Wirkungsweise sehr durchsichtige *Maffei*sche Anfahrvorrichtung wird vom Steuerhebel der *Heusinger* Steuerung aus betätigt (rechts, auf der Hochdruckseite liegend); sie ist genau beschrieben im Bericht über die Nürnberger Ausstellung 1896 von *Brückmann* (Zeitschrift d. Ver. deutscher Ing. 1897, S. 97 ff).

Die *Schnellzuglokomotive der Jura-Simplon Bahn*, in Winterthur 1892—95 gebaut, bedient die ganze Jura-Linie von Basel bis Genf mit ihren teilweise sehr grossen und andauernden Steigungen und schweren Zügen. Zugkraft und Leistung, sowie Gesamtanordnung sind den vorigen ähnlich. Die Anfahrvorrichtung ist die ältere von *v. Borries*. Bemerkenswert ist die Steuerung nach amerikanischer Art: innenliegende *Stephenson*-Steuerung mit Zwischenwelle zur Uebertragung auf die aussen liegenden Schieber.

Die beste, fahrplanmässige Fahrt dieser Lokomotive (zum Schnellfahren ist bei der Bodenbeschaffenheit der Schweiz nicht viel Gelegenheit) ist:

Lausanne—Genf 61 km in 55 Min., 66,5 km/Std.

Uebrigens eignet sich die Maschine, wie die vorigen, auch zum richtigen Schnellfahren. So wurde schon die Strecke Nyon—Genf, 22 km, infolge einer Verspätung mit einem Zug von 240 t h. T. in 16 Min. zurückgelegt, was einem Durchschnitt von 82,5 km/Std. zwischen den Haltestellen entspricht. Bei der grossen Zuglast von rund 330 t im ganzen und der kurzen Strecke bedeutet dies eine sehr hohe Leistung; die Bauvorschrift für die Lokomotive war dagegen nur die Beförderung eines Zuges von 180 t h. T. mit 45 km/Std. auf der Steigung von 1 : 100, was heute meistens weit überholt ist.

2. *Die Schnellzuglokomotive der österreichischen Staatsbahnen* ist bedeutend grösser und stärker als diejenige der preussischen Bahnen. Bemerkenswert sind: der (schon seit 1893 so üblich) hochliegende Kessel, das Domverbinderohr zur Dampftrocknung, der grosse Radstand des bremsbaren Drehgestelles mit Zapfen hinter der Mitte zur Verminderung des führenden Spurkranzdruckes, die oben erwähnte *Gölsdorf*sche, höchst einfache Anfahrvorrichtung; die niedrige, lange Feuerbüchse mit schräger Hinterwand; die Sicherheitsventile System *Pop*.

Die Lokomotive ist in 3 Serien nacheinander gebaut worden, deren letzte, vom Jahr 1902, die fortschrittlichste

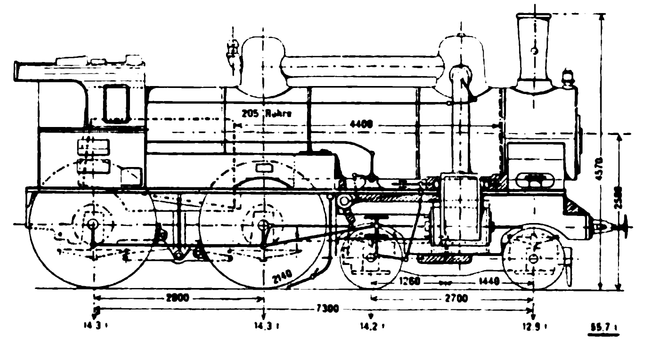


Fig. 58.
Oesterreichische Staatsbahn.

darstellt. Serie 2 (1900) ist durch die Skizze (Fig. 58a), Serie 3 durch die Photographie (Fig. 58b) dargestellt. Hinsichtlich der Hauptabmessungen ist ein Unterschied zwischen den drei Serien nicht zu bemerken; der höchst zulässige Druck einer Triebachse ist durchwegs 14,5 t; das Gesamtgewicht ist besonders dadurch etwas vermindert worden, dass der zweite Dom nebst Verbinderohr jetzt weggefallen ist; der Kessel ist so hoch gelegt worden (bei den neuesten 2,83 m über S. O.), dass nach amerikanischem Muster die Feuerbüchse über die Rahmen kam und um etwa 200 mm verbreitert werden konnte. Der dreiachsige Tender fasst 16,5 cbm Wasser und 6 t Kohlen und wiegt dienstbereit 38 t.

Auf diese Art ist eine $^2/_4$ gek. Lokomotive freiester Form entstanden, wie sie sonst ausserhalb von Amerika nicht zu finden ist. Die Aufgaben dieser Maschinengattung sind:

240 t h. T. } auf 1 : 100 { mit 40 bis 45 km/Std.
200 t „ „ } auf 1 : 100 { „ 50 „ 55 „

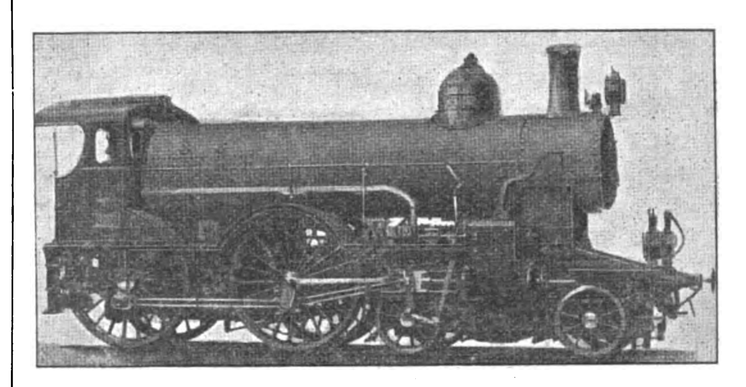
160 t h. T. { auf 1 : 100 mit 60 km/Std.
160 t h. T. { „ 1 : 333 „ 90 „

Ihrem Aussehen nach hat man hier eine Flachlandlokomotive vor sich, wofür besonders die hohen Triebräder sprechen (2140 mm), jedoch zeigen diese Bedingungen, dass sie fast ausschliesslich für dauernde, mässige Steigungen bestimmt ist. Die Leistungen sind kurz so zu schätzen (Lokomotivgewicht mit Tender zu 90 t angenommen):

Grösste Belastung:
$$\begin{cases} W = 330(2{,}4 + \frac{45^2}{1300} + 10) = 330 \,.\, 14 = 4600\,\text{kg} \\ N = 4600 \,.\, \frac{45}{270} = 770 \text{ PS.} \end{cases}$$

Kleinste Belastung:
$$\begin{cases} W = 250\,(2{,}4 + \frac{90^2}{1300} + 3) = 250 \,.\, 11{,}6 = 2900\,\text{kg} \\ N = 2900 \,.\, \frac{90}{270} = 970 \text{ PS.} \end{cases}$$

Bei 138 qm hat man also
$$\frac{N}{H} = \frac{770}{138} = 5{,}6 \text{ bezw.} = \frac{970}{138} = 7{,}1\ ^{\text{PS}}/_{\text{qm}}$$
was die richtigen Werte für die entsprechenden Tourenzahlen sind.


Fig. 58b.
Oesterreichische Staatsbahn.

Für die gute Einstellung in Kurven spricht der Umstand, dass Kurven von bis 375 m Radius anstandslos mit 80 km/Std. durchfahren werden. Die Lokomotive war 1900 in Paris ausgestellt.

Trotz dieser äusserst leistungsfähigen Lokomotive weist der österreichische Fahrplan als höchste Reisegeschwindigkeit nur 73 km/Std. auf, bleibt also um 13 km/Std. noch hinter Deutschland zurück.

3. *Die Schnellzuglokomotive der Schweizer Nordostbahn*, gebaut in Winterthur, seit 1899 16 Stück, war ebenfalls 1900 in Paris ausgestellt! Sie bedient das ganze im Profil sehr wechselvolle Netz dieser Bahn, welches dauernde Steigungen bis 1 : 80 in Menge besitzt, und ist bestimmt, Züge von 240 t Gewicht h. T. auf der Steigung 1 : 100 mit 45—50 km/Std. Dauergeschwindigkeit zu befördern. Diese Bedingung ist dieselbe, wie bei der vorigen Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen, wird aber hier durch einen viel kleineren Kessel erfüllt, weil die Triebräder bedeutend geringeren Durchmesser haben und deshalb durch ihre höhere Tourenzahl bei gleicher Geschwindigkeit die Wirkung des Blasrohres auf die Kesselleistung verstärken. Dementsprechend ist das Dienstgewicht der Maschine geringer (um etwa 6 t), und der kommerzielle Wirkungsgrad der Lokomotive, bei gleichen Bedingungen, ein höherer. Immerhin ist dadurch die Beanspruchung des Kessels sehr stark geworden und geht weit über die normale hinaus; da die innere Kesselheizfläche etwa 115 qm (äussere 128,5 qm) ist, so ist bei der erwähnten Bedingung
$$\frac{N}{H} = \frac{770}{115} = 6{,}7\ ^{\text{PS}}/_{\text{qm}}$$
dabei ist aber die Tourenzahl
$$n = 5310\, \frac{V}{D} = 5310\, \frac{45}{1830} = 130 \text{ i. d. M.}$$
normal wäre daher
$$\frac{N}{H} = 0{,}46\, \sqrt{130} = 5{,}2\ ^{\text{PS}}/_{\text{qm}}$$
zu erwarten.

Der Faktor *a* der Wurzel beträgt daher nicht 0,46, sondern nicht weniger als 0,59 und gleicht deshalb dem-

jenigen der Heissdampflokomotive! Dies ist um so erstaunlicher, als die Lokomotive keinen Dampfdom und keine Wasserabscheidung besitzt, geschweige denn einen Ueberhitzer! Es ist dies somit eine ganz vorzügliche Konstruktion, wozu die hervorragend schöne und elegante Formgebung und Ausführung im Einklang steht. In Paris wurde dies auch einstimmig von den ausländischen (auch amerikanischen) Fachleuten anerkannt.

Die Besonderheiten der Lokomotive (Fig. 59) sind: innere, schwach geneigte Zylinder mit seitlich darüber liegenden Schieberkästen, welche den Rauchkammersattel in die Mitte nehmen; Exzentergegenkurbel ausserhalb, also äussere Exzenterstangen mit Uebertragung auf die innen liegenden Coulissen: Rahmen vor den Triebrädern gekröpft um die Zylinder aufnehmen zu können. Anfahrventil selbsttätig: ein Wechselkolbenschieber, welcher durch einen davor

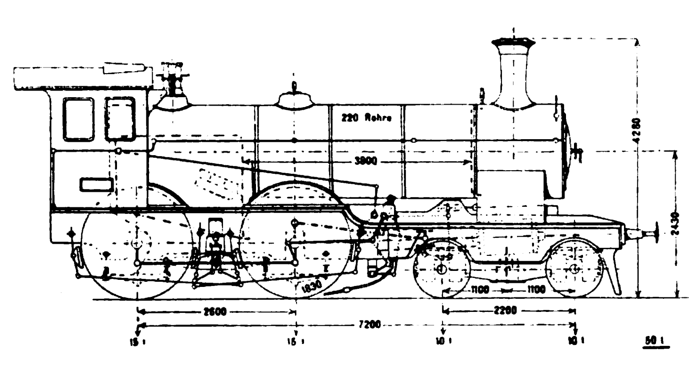


Fig. 59.
Schweizer Nordostbahn.

liegenden Dampfkolben verschoben wird, sobald sich durch Auslage des Steuerhebels über 70 v. H. Füllung im kleinen Zylinder zwangläufig ein kleines Dampfventil (unter der hinteren Schieberstopfbüchse rechts) öffnet.

Der Kessel besitzt, wie schon erwähnt, in Analogie zu sämtlichen Lokomotiven der Nordostbahn, keinen Dampfdom, sondern ein Sammelrohr mit Schlitzen nach oben, welches in der Rauchkammer in den Regulatorkopf mit wagerechtem Schieber übergeht. Es sind zwei doppelte *Ramsbottom*sche Federventile vorhanden, eines vor dem gut (nach preussischem Muster) beschaffenen Führerstand, das andere über dem Mannloch. Die Feuerbüchse besitzt ein kurzes Feuergewölbe. — Der Tender ist dreiachsig und fasst 12 cbm Wasser und 4 t Kohlen bei 28,7 t Dienstgewicht. Die Westinghousebremse wirkt auf die Trieb- und Tenderräder.

Seit der Einführung dieser Maschinengattung sind die Fahrzeiten einer ganzen Reihe von Zügen auch unter den schwierigsten Verhältnissen bedeutend verkürzt worden; besonders fühlbar ist dies auf der Strecke Basel—Zürich, 90 km (Bötzbergbahn), welche nun mit mehrfachem Anhalten in 1 Std. 45 Min., ohne Anhalten in 1 Std. 37 Min. durchfahren wird, gegen 2 Std. 10 Min. noch im Jahre 1899.

4. *Die Schnellzuglokomotive der Kansei-Bahn, Japan*, (Fig. 60), gebaut 1900 von den *Pittsburgh Locomotive Works*, soll hier ebenfalls betrachtet werden als Muster einer amerikanischen, unsymmetrischen Verbundmaschine, welche nur vereinzelt zu finden ist. Bis auf wenige Ausnahmen, welche hauptsächlich dem Güterzugdienst angehören, ist die amerikanische Verbundmaschine nach Tandem- oder nach *Vauclain*scher Bauart, also vierzylindrig symmetrisch konstruiert.

Das hier erwähnte Muster ist für eine Bahn bestimmt, welche, wie in Japan, Südafrika und Australien ausschliesslich üblich, nur 1067 mm (3′ 6″ engl.) Spurweite, dabei aber durchaus Hauptbahn-Material und -Betrieb in etwas verkleinertem Masstabe besitzt. Die grösste Masse der Lokomotiven aller dieser Bahnen stammt aus Amerika, und so zeigt auch diese hier rein amerikanische Bauart.

Abweichend davon sind nur: die europäischen Puffer mit Wegfall des „cow-catcher“, sowie der dreiachsige Tender (9,2 cbm Wasser und 3 t Kohlen) mit hinterem Drehgestell.

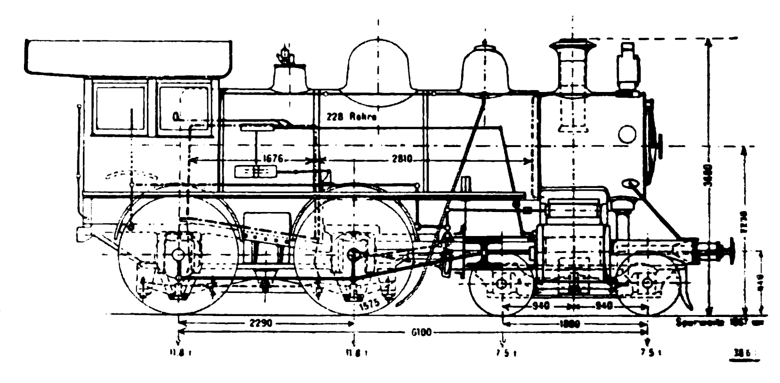


Fig. 60.
Kansei-Bahn.

Die Abmessungen sind verhältnismässig sehr gross, woraus sich auch die Art des Betriebes schliessen lässt; als höchste Geschwindigkeit wird man vielleicht 80 km/Std. als höchste Leistung 600 PS oder so annehmen können. Das Streckenprofil ist sehr wechselvoll, die Reisegeschwindigkeit daher nur gering, beim schnellsten Zug 48 km/Std. Dabei führt z. B. der „Tokio-Express“ 6 lange Durchgangswagen nach amerikanischer Art.

Die hier angewendete Anfahrvorrichtung ist derjenigen bei der Lokomotive der Schweizer Nordostbahn ähnlich; ein Wechselschieber ist in die Ausströmung des Hochdruckzylinders eingebaut und wird entweder zwangläufig durch einen Dampfzylinder, welcher durch den Steuerhebel geöffnet wird, oder auch beliebig von Hand verstellt; erstere Einstellung ist beim gewöhnlichen Ingangbringen eines Zuges, letztere bei aussergewöhnlichen Fällen (z. Z. kurzen Steigungen), oder beim Verschiebedienst üblich, so dass die Lokomotive ganz nach Belieben als selbsttätig anfahrende Verbund- oder als Zwillingsmaschine dienen kann.

Andere Beispiele der unsymmetrischen Anordnung können, soweit es sich um Personenzuglokomotiven handelt, kaum aufgezählt werden; die bemerkenswerten sind hier erledigt.

(Fortsetzung folgt.)

Moderne Lade- und Transporteinrichtungen für Kohle, Erze und Koks.

Von **Georg v. Hanffstengel**, Ingenieur.

(Fortsetzung von S. 343 d. Bd.)

Automatische Bahnen.

Unter diesem Namen seien solche Bahnen zusammengefasst, die keiner besonderen Triebkraft bedürfen, sondern das Gewicht der Ladung zur Ueberwindung des Fahrwiderstandes benutzen. Ein solcher Betrieb ist möglich, wenn die Bahn mit genügendem Gefälle, mindestens etwa 3 v. H., verlegt werden kann, und die Kohle nur in einer Richtung, bergab, gefördert zu werden braucht. Erhöhung des Fahrwiderstandes durch Kurven erschwert natürlich die Anlage der Bahn bezw. erfordert grösseren Ueberschuss an Arbeitsvermögen.

Die bekannteste Anwendung des angeführten Prinzips ist die Bremsbergförderung, die Fig. 252 schematisch darstellt. Ueber eine mit Bremse versehene Scheibe oder Trommel ist ein Seil geschlungen, an dessen Enden der volle Wagen oben und der leere unten angeschlagen werden. Die Bremse wird durch ein in der Figur nicht wiedergegebenes Gewicht geschlossen gehalten. Wird sie gelüftet, so geht der gefüllte Wagen nach unten und zieht den leeren aufwärts. Die Geschwindigkeit lässt sich mit der Bremse regeln.

Die Wagen können nur bei Gefällen bis etwa 30°



unmittelbar auf den Schienen laufen, bei steilerer Steigung ist ein Gestell nach Fig. 253 notwendig.

Die Leistung eines solchen Bremsberges lässt sich erhöhen durch Förderung von Zügen an Stelle einzelner Wagen, oder durch Anwendung eines endlosen, dauernd in derselben Richtung laufenden Seiles, an das die Wagen beliebig angeschlagen werden. Bei grösserem Gefälle kann sich ein erheblicher Ueberschuss an Arbeitsvermögen ergeben, der, statt durch die Bremse vernichtet zu werden, bei der letzteren Anordnung unter günstigen Verhältnissen anderweitig verwandt werden kann.[1])

Statt zwei Geleise für den vollen und den leeren Wagen nebeneinander zu legen, kann man durch den abwärts gehenden Wagen ein zwischen den Schienen laufendes Gegengewicht heben lassen, das sodann den leeren Wagen zurückzieht, und spart auf diese Weise an Raum.

sich die Seitenklappen, und die Kohle fällt von der Hochbahn auf den Lagerplatz.

Kurz ehe der Wagen den Entladefrosch erreicht, trifft er auf den an dem endlosen Gegengewichtsseil festgeklemmten Mitnehmer *e*, der auf den Schienen gleitet, und hebt durch seine lebendige Kraft das Gewicht. Der Abstand zwischen Mitnehmer und Entladefrosch ist so zu bemessen, dass der Wagen nahezu zur Ruhe kommt, bevor er sich entleert, sodass möglichst die gesamte lebendige Kraft der Ladung ausgenutzt wird. Das zurückfallende Gewicht schnellt den leeren Wagen in seine Anfangsstellung zurück. Die grösste Geschwindigkeit beträgt etwa 5 bis 7 m/Sek.

Um den heftigen Stoss zu vermeiden, der beim Auftreffen des Wagens auf den Mitnehmer entstehen müsste, wenn das Seil unmittelbar durch das Gegengewicht belastet wäre, hängt *Hunt* das Gegengewicht, das aus einem dreieckigen hölzernen

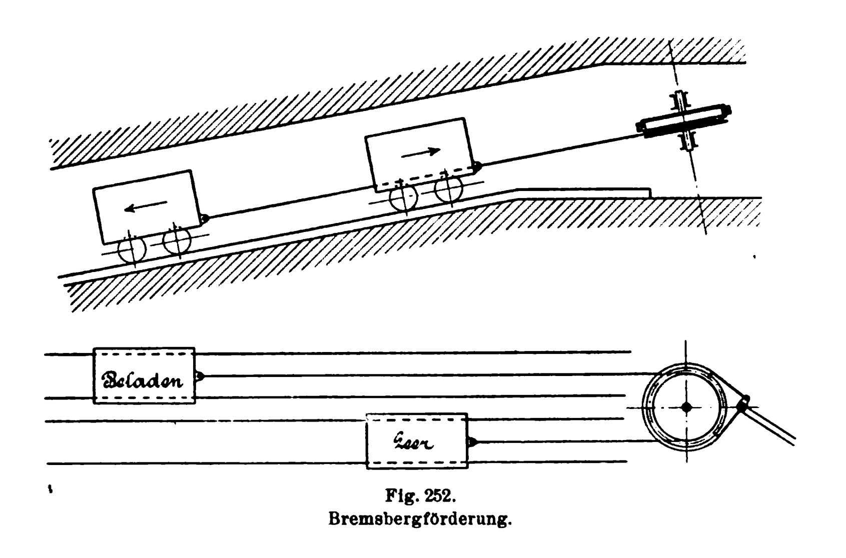
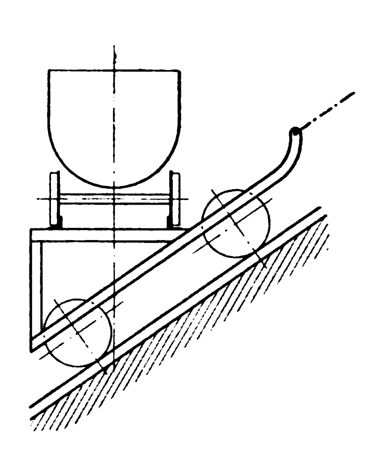


Fig. 252.
Bremsbergförderung.


Fig. 253.
Untergestell für Bremsbergförderung.

Es ist indessen bei einer automatischen Bahn dieser Art nicht unbedingt notwendig, Wagen und Gegengewicht während der ganzen Fahrt miteinander zu verbinden, sondern die Anordnung kann auch so getroffen werden, dass der beladene Wagen zunächst frei auf der geneigten Bahn abwärts rollt, wobei er eine ziemlich grosse Geschwindigkeit erhält. Kurz vor der Entleerungsstelle trifft er auf einen mit dem Gegengewicht verbundenen Anschlag and hebt vermöge seiner lebendigen Kraft das Gewicht, das sodann den leeren Wagen zurückwirft. Natürlich ist es dabei notwendig, dem Geleise ein ganz bestimmtes, vom Fahrwiderstande abhängiges Gefälle zu geben, damit der Wagen die gewünschte Geschwindigkeit einhält.

Diese Idee liegt der automatischen Bahn von *C. W. Hunt* in New York zu Grunde, die in Deutschland von *J. Pohlig*, Köln, ausgeführt wird.

Nach der schematischen Skizze Fig. 254 ist das Gleis an der Stelle, wo der Wagen beladen wird, wagerecht. Meistens wird die automatische Bahn in Verbindung mit einem Elevator ausgeführt und die Kohle aus einem Trichter abgezapft. Ist der Wagen voll, so wird er in der Regel zunächst gewogen und dann von dem Arbeiter eine kurze Strecke bis zum Punkte *a* geschoben, wo die geneigte Bahn beginnt. Da von *a* bis *b* das Gefälle ziemlich gross ist, so beschleunigt sich der Wagen rasch. Der Rest des Geleises hat geringeres Gefälle, sodass die Geschwindigkeit des Wagens nicht mehr oder nur noch langsam wächst. An beliebiger Stelle der Bahn ist der Entladefrosch *c* befestigt. Stösst der Verschlusshebel des Wagens gegen diesen Anschlag, so öffnen

Kasten mit geeigneter Füllung besteht, nach Fig. 254 an einer an das endlose Seil angeschlossenen Laufrolle auf. Da die Hängestange im Ruhezustande sich senkrecht einstellt, so ist im Augenblicke des Auftreffens die am Seil erforderliche Zugkraft theoretisch = 0, und wächst allmählich mit der Verschiebung des Wagens nach links. So wird die Bewegung

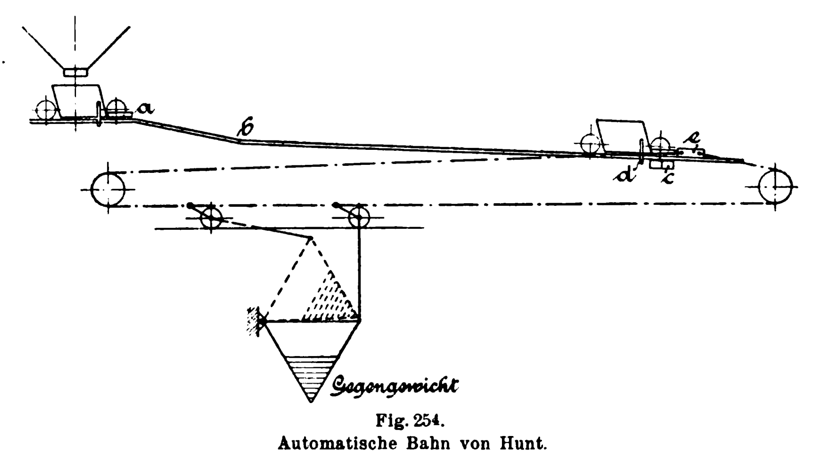


Fig. 254.
Automatische Bahn von Hunt.

stossfrei eingeleitet, und das Gewicht kommt beim Zurückschwingen ebenso allmählich zur Ruhe.

Da die Geschwindigkeit nicht beliebig gesteigert werden kann, so ist die Länge einer solchen Bahn begrenzt. *Pohlig* gibt als grösste Länge 250 m an. Bei dieser Entfernung wird der leere Wagen noch mit Sicherheit zurückgeworfen und es ist höchstens zum Schluss eine geringe Nachhilfe von seiten des Arbeiters erforderlich. Die Leistung ist bei der grossen Schnelligkeit der Bewegung sehr hoch, sodass eine Bahn leicht die von zwei Elevatoren gehobene Kohle, das ist etwa 80 t in der Stunde, weiterbefördern kann. Der Wageninhalt beträgt normal rund 2 t.

Die Bahn kann fest oder als fahrbare Brücke ausgeführt

[1]) Vergl. Die Entwicklung des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues, Band 5, Seite 192. In der dort beschriebenen Anlage wird von der Kettenscheibe des Bremsberges aus eine Seilförderung angetrieben. Die genannte Quelle liefert überhaupt ausführliche Angaben über Bremsberge.

werden, in derselben Weise wie bewegliche Hochbahnkrane. Die Temperaturausdehnung längerer Brücken macht *Hunt* dadurch unschädlich, dass er das eine Ende an Zugstangen pendelnd aufhängt.

Für Stückkohle, Koks oder andere empfindliche Materialien ist die beschriebene Vorrichtung in der Regel nicht verwendbar, weil der Sturz auf den Lagerplatz die Qualität schädigen würde. Hauptvorzüge gegenüber Hochbahnkranen sind die grosse Leistungsfähigkeit und ausserordentliche Einfachheit im Betriebe. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Kohle leicht gewogen werden kann.

Die Regina Dauerbrandlampe (System J. Rosemeyer).

Von **A. Prasch**, Ingenieur, Wien.

Der rasche Abbrand der Kohlestifte in den gewöhnlichen elektrischen Bogenlampen bewirkt, dass diese Kohlestifte häufig erneuert werden müssen, und bedingt dadurch einen grossen Verbrauch an diesem Material. Der Verschleiss der Kohle ist nicht nur durch das Verbrennen allein, sondern auch dadurch bedingt, dass viele kurze Kohlenreste zurückbleiben, welche für die voraussichtliche Beleuchtungsdauer nicht mehr hinreichen, daher entfernt werden müssen, und

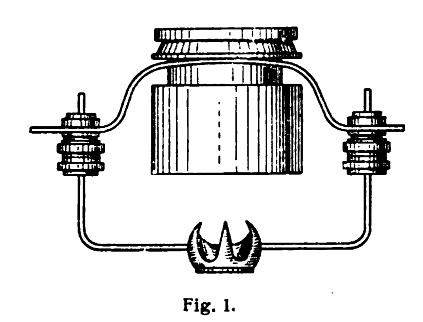


Fig. 1.

dann einen wertlosen Abfall bedeuten. Abgesehen hiervon sind die offenen Bogenlampen, wie sie im Gegensatze zu den Lampen mit eingeschlossenem Lichtbogen bezeichnet werden, in gewisser Beziehung feuergefährlich. Trotz des Schutzglases und des umschliessenden Drahtnetzes ist das Herausfallen glühender Kohlestückchen aus offenen Bogenlampen nicht ganz ausgeschlossen; solche Bogenlampen können daher in Räumen, in welchen leicht brennbare Gegenstände aufbewahrt oder verarbeitet werden, wie beispielsweise in Spinnereien, entweder garnicht oder nur unter Anwendung besonderer Schutzmassnahmen verwendet werden. Im letzteren Falle wird aber fast ausnahmslos sowohl die Lichtemission, als auch die Lichtverteilung ungünstig beeinflusst.

Die Erkenntnis dieser Tatsachen eiferte zur Beseitigung der beregten Uebelstände an. Einer der ersten Versuche in dieser Beziehung wurde mit dem Dauerbrenner der Firma *Hardtmuth & Co.* in Wien gemacht, bei deren Konstruktion jedoch ausschliesslich das Bestreben zur Geltung gelangte, den Abbrand der Kohle zu verringern. Die hierfür angewendete Vorrichtung bestand (Fig. 1) aus einer die obere Kohle umgebenden Schutzhülse, welche durch einen Bügel und Rahmen getragen wird. Der Rahmen ist an seinem unteren wagerechten Teile mit einem Führungsringe versehen, welcher mittels dreier kleiner Platinklammern auf dem konischen Ende der negativen Kohle aufsitzt und in dem Masse, als letztere sich abnutzt, mit ihr herabsinkt. Die senkrechten Stangen des kleinen Rahmens sind mit Gewinden und Schraubenmuttern versehen und von dem oberen, wagerechten Bügel isoliert. Der obere Teil der metallischen Schutzhülle ist ausserdem innen mit einem aus isolierendem Materiale hergestellten Rohre ausgekleidet, durch welches der Kohlenstift frei gleiten kann. Der untere weitere Teil der Schutzhülle besteht aus einem feuerfesten Mantel von solchen Abmessungen, dass zwischen Mantel und Kohle noch ein ringförmiger Luftraum bleibt. Durch Einstellung der Schrauben wird die Entfernung zwischen Schutzhülle und Führungsring so geregelt, dass beim Brennen der Lampe das untere Ende der positiven Kohle mit dem unteren Rande der Schutzhülle ungefähr in gleicher Höhe liegt. Das Ende der Kohle ist infolgedessen vor Luftströmungen beinahe vollständig geschützt.

Mit diesem Apparate durchgeführte Versuche ergaben, dass bei nahezu gleichbleibender Lichtstärke der Kohlenabbrand für die obere Kohle 4,9 und für die untere Kohle 10 mm, der einer offenen Bogenlampe ohne diesen Apparat dagegen 14,1 bezw. 15,5 mm betrug. Trotz dieses erwiesenen Vorteiles scheint jedoch dieser Apparat keine grosse Verbreitung erlangt zu haben.

Die ein Jahr später aufgetauchte erste Lampe mit eingeschlossenem Lichtbogen, die sogenannte *Jandus*lampe, schien nun gegen die beiden Eingangs erwähnten Uebelstände Abhilfe zu schaffen. Tatsächlich ist der Kohleabbrand in einer Weise herabgemindert worden, die allen berechtigten Anforderungen entspricht. Eine 200 mm lange Kohle, deren Brenndauer[1]) bei 5,69 Ampère und 39,7 Volt in einer Differentiallampe der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft* 12 Stunden betrug, brannte in einer gleichwertigen *Jandus*lampe 100 Stunden, also annähernd die neunfache Zeit. Auch die Feuersgefahr ist bei dieser Lampe, nachdem der Lichtbogen nahezu hermetisch abgeschlossen wird, gänzlich beseitigt. Allein diese Vorteile reichten gegenüber den anderweitigen Nachteilen nicht aus, um dieser Lampe, welche sich in England und Amerika ziemlich rasch einbürgerte, auch in Deutschland grössere Verbreitung zu schaffen. Hierzu trug nicht wenig bei, dass die Konstruktion der gewöhnlichen Bogenlampen hinsichtlich genauer Regulierung und gleichbleibenden ruhigen Brennens daselbst bereits einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht hatte, und man auf diese bereits gewohnten Vorzüge nicht verzichten wollte.

Die *Jandus*lampe brennt gleichmässig unter der Voraussetzung, dass durch die äussere grosse Glocke ein möglichst

Fig. 2.

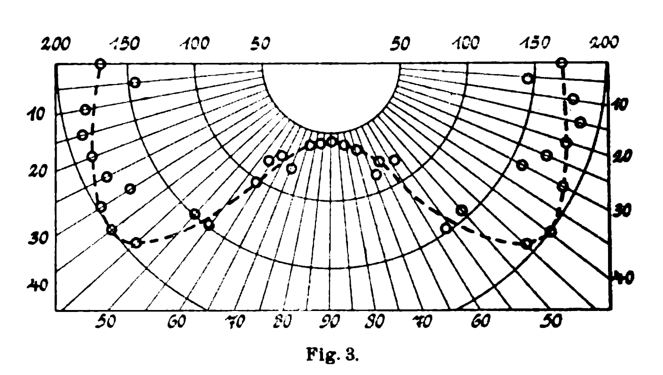


Fig. 3.

[1]) Prof. *Wedding*, E. T. Z., H. 50, 1897.



vollkommener Luftabschluss gegen den Innenraum stattfindet. Zu diesem Zwecke ist der obere Hals der Glocke mit einem Metallring versehen, auf welchen Gewinde eingeschnitten ist. Die Glocke selbst wird durch diesen Ring unter Zwischenlage von Asbestringen gegen die Kappe der Lampe festgeschraubt. Die untere Oeffnung der Glocke dient zur Einführung des Trägers für die negative Kohle, sowie zum Oeffnen und Reinigen der Lampe. Der untere Hals der Glocke ist abgeschliffen und wird durch eine federnde, gewellte Metallscheibe abgeschlossen. Ein vollkommener Luftabschluss kann auf diese Weise nicht erreicht werden, sondern es findet immer noch eine gewisse Luftzuführung zum Lichtbogen statt. Diese Verringerung der Luftzufuhr genügt aber schon, um die Brenndauer der Kohlen so bedeutend zu erhöhen. Sowohl die positive, als auch die negative Kohle besteht aus einer passenden Homogenkohle.

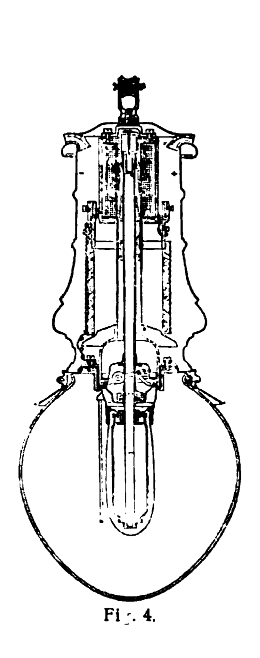


Fig. 4.



Fig. 5.

Prof. *Wedding*, welcher diese Lampe auf das Eingehendste untersucht hat, fand, dass die obere Kohle ein wenig konkav, die untere Kohle ein wenig konvex abbrennt; hierdurch entsteht ein Wandern des Lichtbogens, indem sich der Lichtbogen zwischen zwei ebenen Flächen befindet, und daher stets die Stellen aussucht, wo die Entfernung am kürzesten ist. Dieses Wandern verursacht nun eine unruhige Lichtentwicklung nach ein und derselben Richtung. Es ist sonach diese Lampe zur gleichmässigen Beleuchtung einer Fläche nicht geeignet, ausser sie wird sehr hoch gehängt, oder es wird eine grössere Zahl solcher Lampen angewendet. Dieses Wandern des Lichtbogens zeigt die Kurve (Fig. 2) in der die Lichtstärke als Funktion des Winkels, unterhalb der Horizontalen, nach zwei einander gegenüberliegenden Seiten aufgetragen ist. Diese Kurve, deren Aufnahme durch gleichzeitige Beobachtung von zwei Seiten erhalten wurde, zeigt deutlich das Wandern des Lichtbogens. Ist der Bogen auf der linken Seite, so erhält man dort viel Licht, rechts hingegen wenig und umgekehrt. Wandert der Bogen, so nimmt das Licht links ab und rechts zu. Bei dem weiteren Wandern erreicht das Licht rechts seine grösste Helligkeit, wohingegen die linke Seite auf dem Tiefstande der Beleuchtung anlangt u. s. f. Es entsteht auf diese Weise die unregelmässige Kurve, welche nach den berechneten Mittelwerten aufgetragen die Form von Fig. 3 annimmt.

Die durch Integration ermittelte hemisphärische Lichtintensität betrug 158 H. K., und berechnete sich hieraus, da die mittlere Spannung 111,6 Volt und die mittlere Stromstärke 3,3 Amp. betragen hat, der mittlere spezifische Arbeitsverbrauch, d. h. Verbrauch an Watt für 1 H. K. zu

$$\frac{368}{158} = 2{,}33 \text{ Watt.}$$

Solange es sich um die Beleuchtung von geschlossenen Räumen handelt, erweist sich diese Lampe inbezug auf Lichtverteilung günstiger als gewöhnliche Bogenlampen, indem sie nach oben hin verhältnismässig viel Licht entwickelt, welches von den oberen Flächen des geschlossenen Raumes reflektiert wird, wodurch die gesamte Beleuchtung viel gleichmässiger ausfällt.

Was für Innenräume ein Vorteil, ist für Aussenbeleuchtung ein Nachteil, indem das über der Horizontalen entwickelte Licht unbenutzt in den Raum strahlt, und nur das nach unten fallende Licht nutzbar gemacht wird. Dieser Nachteil liesse sich allerdings durch die Anwendung von Reflektoren einigermassen ausgleichen, allein da die Lampen wegen des Wanderns des Lichtbogens sehr hoch aufgehängt werden müssen, um die fortwährenden Lichtschwankungen erträglicher zu gestalten, würden für die Erzielung einer guten Flächenbeleuchtung sehr grosse Reflektoren benötigt werden.

Bogenlampen gelangen nun fast ausschliesslich für die Aussenbeleuchtung zur Verwendung, und ist es daher leicht einzusehen, dass sich diese Lampe trotz ihrer sonstigen unleugbaren Vorteile in Deutschland und Oesterreich nicht einzubürgern vermochte. Zu den erwähnten Nachteilen gesellt sich noch der hohe Energieverbrauch, welcher auf die Kerzeneinheit bezogen, etwas über ein Drittel grösser ist als jener bei gewöhnlichen Bogenlampen. Bei den hohen Strompreisen überschreitet sonach der Mehraufwand an Stromkosten, den Minderaufwand für Kohle und verbeibt sonach mit einziger Ausnahme der geringeren Ansprüche an die Wartung, kaum ein Vorteil zu verzeichnen übrig, der zu Gunsten dieser Lampe sprechen würde.

Die Vorteile von Bogenlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen sind jedoch so hervortretend, dass sie sofort der allgemeinen Verwendung zugeführt werden dürften, wenn es gelingt, die erwähnten Nachteile zu beseitigen. Dies scheint nun bei der neuen Regina-Dauerbrandlampe, System *Rosemeyer*, in jeder Beziehung gelungen zu sein.

Diese Bogenlampe, welche laut vorliegender Bescheinigung seitens der elektrotechnischen Abteilung der Leitung der Düsseldorfer Gewerbeausstellung im Jahre 1902, für die Ausstellungsbeleuchtung in grossem Umfange zur Anwendung gelangte und in jeder Beziehung allen Erwartungen entsprach, ist auf den ganz gleichen Grundlagen, wie die *Jandus*lampe aufgebaut, d. h. es wird bei ihr ebenfalls der Luftzutritt zu den Kohlen möglichst hintangehalten. Das wesentlich Neue an der Reginalampe besteht in nichts weiterem, als in der sinnreichen und dabei einfachen Weise, mit welcher dieser Luftzutritt geregelt wird.

Die ganze Lampe bildet mit dem Innenglase einen vollkommen abgedichteten Raum (Fig. 4 u. 5), welcher nur durch ein unten offenes und nach abwärts gehendes Rohr mit der Aussenluft in Verbindung steht. Beim Brennen der Lampe wird der Inhalt des Lichtbogenglases stark erhitzt, wodurch sich die Gase ausdehnen und die schwere Aussenluft nach unten drücken. Ein Zutritt der Aussenluft zu dem Lichtbogen durch das offene Glasröhrchen ist also, solange unmöglich, als die Gase durch die enorme Erhitzung des Innengasgemisches nicht eine solche Verdünnung erreichen, wie sie der einer mässig luftleer gemachten *Geisler*röhre entspricht. In diesem Falle drückt die äussere Luft nach, wird aber sofort durch die Bildung neuen Gasgemisches verdrängt, und muss daher die Regelung der Luftzufuhr, welche äusserst gering ist, selbsttätig erfolgen. Die Innengasluft nimmt daher stets nur genau soviel sauerstoffhaltige Luft auf, als notwendig ist, um den Unterschied zwischen den spezifischen Gewichten der Innen- und Aussenluft möglichst auszugleichen und den Lichtbogen aufrecht zu erhalten. Dadurch nun, dass die Zufuhr von Sauerstoff auf das notwendige geringste Mass beschränkt ist, wird auch der Abbrand der Kohlen derartig herabgemindert, dass die Brenndauer

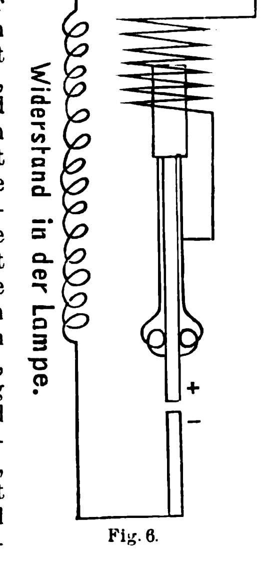
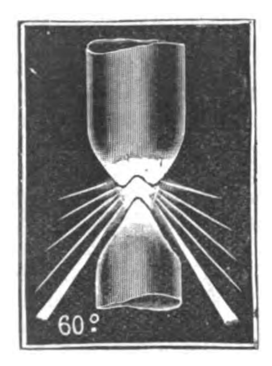


Fig. 6.

eines einzigen Kohlesatzes auf 150—200 Stunden gesteigert werden kann.

Die Reginalampe ist, wie sich aus dem Schaltungsschema (Fig. 6) ergibt, eine Hauptstromlampe. Ihre Regulierung wird durch ein Solenoid bewirkt, innerhalb welchem sich ein die obere Kohle tragender Eisenkern bewegt, der je nach den Schwankungen der Intensität des magnetischen Feldes entweder in die Höhe gezogen, oder nach unten gelassen



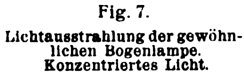


Fig. 7.
Lichtausstrahlung der gewöhnlichen Bogenlampe. Konzentriertes Licht.

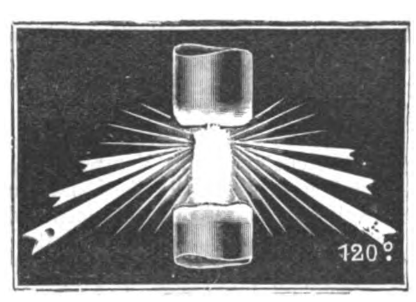


Fig. 8.
Lichtausstrahlung der Regina-Bogenlampe. Direkte Wirkung in die Ferne.

wird. Da der Eisenkern den Veränderungen des magnetischen Feldes fast unmittelbar folgt, ist die Regulierung nicht nur eine sichere, sondere auch eine zarte.

Die Lichtemission dieser Lampe ist eine günstige, indem die Lichtausstrahlung in die Breite unter einem Winkel von 120° erfolgt, was sich sowohl aus der grösseren Länge des Lichtbogens, als auch aus der Form des Abbrandes erklärt, indem hierbei keine Kraterbildung auftritt. Fig. 7 und 8 veranschaulichen den Gegensatz des Lichtbogens einer gewöhnlichen Bogen- und einer derartigen Dauerbrandlampe. Die Lichtbogenlänge einer Dauerbrandlampe beträgt bei einer Spannung von 100 Volt 7—10 mm, die einer gewöhnlichen Lampe hingegen nur 2—3 mm.

Nach den von Prof. *Wedding* durchgeführten Untersuchungen dieser Lampe ist der Energieverbrauch für die als Einheit dienende H. K. viel geringer als bei gewöhnlichen Bogenlampen. Sie beträgt für eine 110 Volt-Bogenlampe bei 6 Amp. 1,075 Watt. Im Vergleiche sei hier der Energieverbrauch verschiedener anderer Lampen angeführt. Er beträgt für eine Janduslampe 2,33, für eine Wechselstrombogenlampe 1,90, für eine Nernstlampe 1,87 und für eine Gleichstrombogenlampe 1,37 Watt f. d. H. K.

Dieses günstige Verhalten der Reginalampe wird von *Dr. B. Donath*[2]) der durch den Abschluss gegen aussen erzielten höheren Temperatur und der damit in Verbindung stehenden Verschiebung des Energiemaximums in der Richtung der kürzeren Wellen, sowie der Grösse des Lichtbogens, welcher selbst viel zur Ausstrahlung des Lichtes beiträgt, zugeschrieben. Während der Lichtbogen einer gewöhnlichen Bogenlampe in der Projektion ein ziemlich lichtloses Gebilde darstellt, erscheint der Lichtbogen der Janduslampe in der Projektion intensiv hell. Nach der Ansicht von *Donath* nähert sich die Entladung in dem abgeschlossenen Raume derjenigen einer schwach luftleer gemachten Geislerröhre.

Wiewohl sich ein Druckunterschied innerhalb und ausserhalb des Glases nicht feststellen lässt, was ja auch kaum erwartet werden kann, da die Abschlussglocke mit der Aussenluft, wenn auch in geringem Grade kommuniziert, so darf hierbei doch nicht übersehen werden, dass die sauerstoffarme Innenluft schon wegen ihrer ausserordentlichen Temperatur stark verdünnt ist. Sobald daher die Lampe sich diese Verdünnung herstellt, wächst mit ihr auch die Lichtemission wegen der steigenden Temperatur und der nun beginnenden Anteilnahme des Bogens an der Lichtentwicklung. Hierbei kommt noch in Betracht, dass durch die Entladung im gasverdünnten Raume, der Lichtbogen, den ihn emportreibenden Kräften entzogen, einen stabilen Sitz erhält.

Als besonders bemerkenswert wurde seitens *Dr. Donath* die grosse photographische Aktinität der Lampe hervorgehoben. Eine diesbezüglich durchgeführte Messung ergab folgende Ergebnisse:

Regina-Lampe 220 Volt × 3 Amp.	Aktinität	1,
„ „ 110 Volt × 6 Amp.		$^1/_{2 \cdot 6}$
Offene Lampe 55 Volt × 12 Amp.		$^1/_{4 \cdot 4}$
Atelierfenster (Januar, 12 Uhr, blauer Himmel)		$^1/_{5 \cdot 4}$
„ („ „ „ bedeckter „)		$^1/_{9 \cdot 1}$
Offene Lampe 55 Volt. × 6 Amp.		$^1/_9$

Wie sich hieraus ergibt, nimmt die Aktinität der Lampe mit Erhöhung der Spannung wesentlich zu.

Fig. 9 zeigt die Kurve der Lichtverteilung und Lichtintensität der Reginalampe nach den Untersuchungen von Prof. *W. Wedding*, aus welcher der Wattverbrauch der Lampe pro H. K. berechnet wurde. Nach der seitens des elektrotechnischen Vereins an der technischen Hochschule zu Darmstadt durchgeführten Photometrierung soll sich für die Lampe gleicher Grösse nur ein Stromverbrauch von 1,065 Watt pro H. K. ergeben haben.

Vergleicht man den Energieverbrauch für die Normalkerze einer Janduslampe, einer offenen Bogenlampe und einer Reginalampe, so ergiebt sich bei gleichem Energieaufwand bei der letzteren Lampe eine um 60 v. H. günstigere Lichtwirkung gegenüber der ersteren und eine um 30 v. H. günstigere gegenüber der zweiten.

Als ein besonderer Vorzug dieser Lampe ist nebst den bereits erwähnten, die grosse Einfachheit der Konstruktion hervorzuheben. Das Lampengestell wird aus einem gezogenen Messingrohr gebildet, in welchem die ganze bewegliche Armatur, der Eisenkern und eine Luftpumpe Platz findet. Das ganze Gestellrohr ist genau ausgedreht, poliert und sehr fest gehalten, sodass eine Beschädigung dieses einzigen von aussen zugänglichen Teiles der Lampe nahezu ausgeschlossen ist. Der Widerstand steht nicht mit dem Lampengestell in Verbindung, sondern ist in dem unteren Teile des äusseren Schutzgehäuses leicht verstellbar untergebracht.

Das Schutzgehäuse selbst besteht aus feueremailliertem Stahlblech oder aus Messing und ist gänzlich von dem Lampengestell isoliert. Das Innere der Lampe welches nur durch das kleine Luftzuführungsrohr in Verbindung mit der Aussenluft steht, ist infolgedessen gegen Witterungseinflüsse vollkommen geschützt.

Die Lampe wird für Spannungen von 100—300 Volt

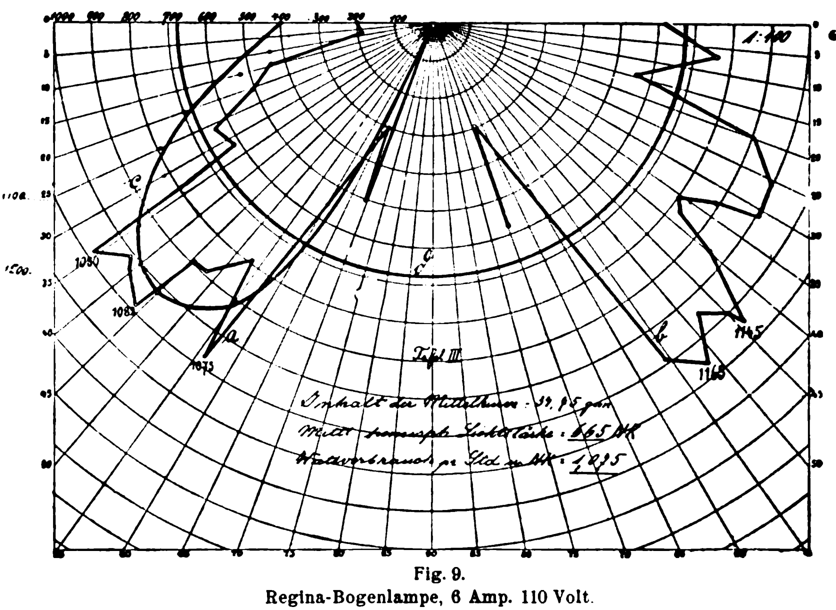


Fig. 9.
Regina-Bogenlampe, 6 Amp. 110 Volt.

[2]) E. T. Z. 1902, H. 11.

gebaut und kann jederzeit einzeln geschaltet werden. Gelangen mehrere Lampen in einem Stromkreis zur Anwendung, so werden sie parallel geschaltet, was die Art und Weise der Leitungführung wesentlich vereinfacht.

Die Ingangsetzung und Regulierung der Lampe vollzieht sich (Fig. 6) in folgender Weise. Der bei + eintretende Strom durchläuft das Solenoid, geht von da zur positiven Kohle über den Lichtbogen, die negative Kohle und von selber über den Vorschaltewiderstand zur negativen Leitung. Berühren sich die Kohlen, was vor Angehen der Lampe jedesmal der Fall ist, so zieht das Solenoid den Eisenkern in sich hinein. Hierdurch werden drei an schrägen Flächen gleitende Klemmringe zusammengedrängt, klemmen die Kohle fest und ziehen sie in die Höhe. Es bildet sich sonach der Lichtbogen, dessen Länge sich genau ausreguliert. Die Bewegungen des Eisenkernes werden durch eine Pumpe gedämpft. Die Leitung von der negativen Kohle zu dem in dem Schutzgehäuse untergebrachten Vorschalte- oder Beruhigungswiderstand führt durch das Luftzuführungsrohr.

Die innere Glocke der Lampe, wird noch von einer äusseren aus starkem Glase hergestellten grösseren Schutzglocke umgeben welche gleichfalls ziemlich dicht an das äussere Schutzgehäuse anschliesst. Hierdurch ist jede Feuersgefahr ausgeschlossen, indem selbst, wenn die innere Glocke bersten sollte, ein Wegschleudern glühender Kohlestückchen durchaus hintangehalten wird.

Es erscheint somit allen an die Dauerbrandlampen gestellten Anforderungen mit dieser Lampe voll Rechnung getragen, indem sie als durchaus gefahrlos angesehen werden kann, an die Bedienung die geringsten Anforderungen stellt, im Betriebe billiger ist als alle anderen Bogenlampen, in bezug auf Lichtemission und Lichtverteilung vollkommen entspricht und ausserdem noch den Vorteil hat, an jede Netzspannung von 100—300 Volt in Parallelschaltung angeschlossen werden zu können.

Wie sich aus der Lichtverteilungskurve (Fig. 9 ergibt) ist auch bei dieser Lampe ein gewisses Wandern des Lichtbogens bemerkbar, doch soll dies in keiner Weise störend wirken, und die äussere Glaskugel stets voll in hellem weissen Lichte erstrahlen, ohne dass sich Schatten in dem oberen oder unteren Teile derselben zeigen.

Die grosse Aktinität dieser Lampe sichert ihr jedoch noch eine andere Verwendung und zwar für photographische Reproduktionszwecke. Die chemische Wirksamkeit dieser Lampe soll nach den Untersuchungen von *Dr. Donath*, gutem Sonnenlichte im Sommer gleichkommen. Die Aktinität der Lampe steigt mit der Spannung, da die kurzwelligen aktinisch in steigender Reihenfolge wirkenden blauen, violetten und ultravioletten Strahlen im elektrischen Lichtbogen bei hohen Spannungen und hohen Temperaturen entstehen.

In Ausnutzung dieser Erkenntnis hat die Regina-Lampenfabrik besondere Kopierlampen für hohe Spannungen gebaut, durch welche es nunmehr möglich ist, Kopien von Zeichnungspausen, Photographien usw. auch zur Winterzeit in derselben Zeit herzustellen wie im Sommer. Dabei geschieht das Arbeiten nach genau bekannten Expositionszeiten, wodurch eine Kopie wie die andere werden muss, und man auch nicht jenen Unsicherheiten ausgesetzt ist, welche sich aus der schwierigen Beurteilung der jeweiligen Intensität des Sonnenlichtes ergeben.

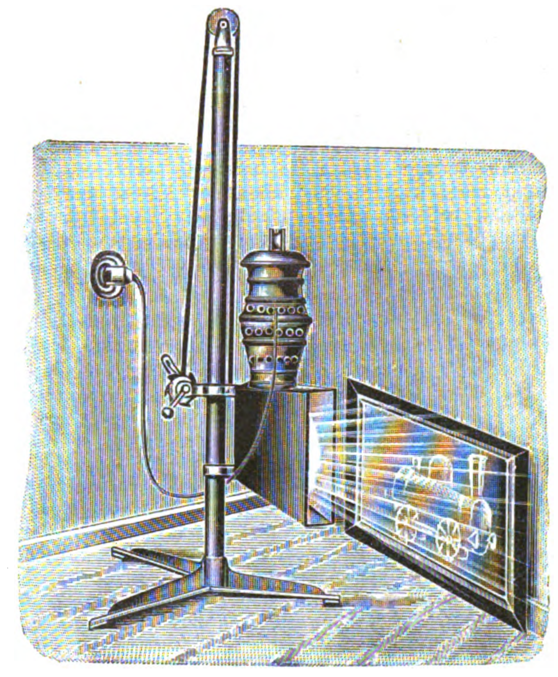


Fig. 10.

Der Stromverbrauch einer 220 Volt Gleichstromlampe Regina beträgt 880 Watt und können damit je nach der Grösse bis zu 2 Lichtpausen in der Stunde hergestellt werden. Eine gewöhnliche Gleichstromlampe würde hierfür nach der Aktinitätstabelle bei gleicher Leistungsfähigkeit die fünffache Energiemenge verbrauchen.

Es ist daher nicht zu verwundern, dass sich diese Kopierlampe, von welcher eine Ausführungsform in Fig. 10 dargestellt ist, in photographischen Ateliers, in Lichtpauseanstalten und grösseren technischen Bureaus raschen Eingang zu verschaffen wusste.

Bücherschau.

Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Bd. III: Stollen, Schächte.

In dem neu erschienenen Bande wird der Bau von Stollen nur ganz kurz gestreift und nach seiner geschichtlichen Bedeutung für die Entwicklung des Bergbaus gewürdigt. Dagegen finden die Schächte eine sehr eingehende Darstellung. Im 1. Kapitel bespricht der Verfasser, Bergassessor *L. Hoffmann*, die allgemeine Anordnung und den Ausbau. Das 2. Kapitel, das den grössten Teil des Buches ausfüllt, behandelt die verschiedenen Methoden des Abteufens. Die Ausführlichkeit dieses Teiles ist berechtigt und wird dem praktischen Ingenieur von grossem Werte sein, da jeder neue Schacht eine anders geartete und oft sehr schwierige Aufgabe zu stellen pflegt. Der Stoff ist eingeteilt in Schachtabteufen von Hand, Schachtbohrverfahren in festem Gebirge, wobei die *Kind-Chaudron*'sche Methode in erster Linie Berücksichtigung findet, Senkschachtverfahren, Abtreibearbeit und Gefrierverfahren. Eingehende Mitteilungen über praktische Ausführungen, dabei aufgetretene Schwierigkeiten, sowie über die Kosten nehmen einen erheblichen Raum ein und verleihen der Arbeit einen besonderen Vorzug gegenüber anderen technischen Werken, deren Verfasser über das ganze in Frage kommende Gebiet wohl nie gleichmässig unterrichtet sein können und grosse Schwierigkeiten haben, sich zuverlässige Unterlagen zu verschaffen, wo die eigene Erfahrung Lücken aufweist. Das 3. und 4. Kapitel enthalten Reparatur- und Aufwältigungsarbeiten.

Von eigenen Untersuchungen des Verfassers sind die an einem Modell vorgenommenen Versuche über den spezifischen Druck von Schwimmsand zu erwähnen, die den Zweck haben, grössere Klarheit über die Berechnung gusseiserner Senkzylinder zu schaffen. Es ergiebt sich das wichtige Resultat, dass der Druck im schwimmenden Gebirge das 1,7 fache der Wasserdruckhöhe betragen kann. Uebrigens dürfte sich die Tatsache, dass auch bei reichlich bemessenen Wandstärken zuweilen Brüche der Tubbings stattfinden, wohl ungezwungen dadurch erklären lassen, dass der äussere Druck selten auf allen Seiten gleichmässig sein und bei der Weite der Ringe erhebliche Biegungsspannungen im Gefolge haben wird, welche die übliche Berechnung nicht berücksichtigt. Ausserdem hat das Gusseisen bei dem gewaltsamen Niedertreiben auf grosse Teufen jedenfalls stark zu arbeiten. Aus diesen Gründen ist wohl auch der Vorschlag, Stahlgusstubbings zu benutzen, nicht so ohne weiteres zu verwerfen.

Klarheit der Anordnung und Sachlichkeit in der Ausarbeitung dürfen auch bei vorliegendem Bande rühmend hervorgehoben werden.

Die Ziele der Leuchttechnik. Von Professor Dr. *Otto Lummer.* München-Berlin 1903. R. Oldenbourg.

Dieses Werkchen ist ein nur etwas erweiterter Abdruck eines im elektrotechnischen Vereine zu Berlin gehaltenen Vortrages, der seinerzeit berechtigtes Aufsehen erregte. Es ist demnach der Verlagsbuchhandlung nur zu danken, dass sie die Anregung zur Herausgabe dieses Vortrages in Buchform gab und somit diese bedeutsamen Auslassungen weiteren Kreisen zugänglich machte. Der Hauptzweck dieses Vortrages ist die neueren Forschungen auf dem Gebiete der Lichtstrahlung der Allgemeinheit zu vermitteln uud hierdurch den praktischen Technikern nicht nur die Wege zu weisen, welche einzuschlagen sind, um sich dem Ideale der künstlichen Beleuchtung schrittweise zu nähern, sondern auch auf jene Erfolge hinzuweisen, welche durch die Klärung dieser wichtigen physikalischen Fragen, in bezug auf anscheinend rein akademische Fragen, w. b. die exakte Bestimmung der Sonnentemperatur und der Fixsterne, die Bildung der Kometenschweife und der Sternschnuppen, bereits erzielt wurden. Auf den für den geringen Umfang des Werkes überreichen Inhalt darf sich einzugehen wohl versagt werden, da auch eine auszugsweise Wiedergabe kaum möglich wird, und auch der Anreiz der lebendigen Vortragsweise verloren gehen müsste. Es kann nur angeraten werden, das Werk selbst vorzunehmen und aus dem vollen zu schöpfen, da man die Gewissheit hat, dass es niemand unbefriedigt zur Seite legen wird. *A. P.*

Le froment et sa mouture. (Der Weizen und seine Vermahlung.) Ein Lehrbuch der Müllerei von Prof. *Aimé Girard* und Prof. Dr. *L. Lindet* Paris 1903 Gauthier-Villars.

Dieses Werk umfasst 350 gross Oktave Textseiten mit 85 eingeschobenen Textfiguren und 3 mikrophotographischen Tafeln.

Es wurde von dem berühmten Gelehrten *Aimé Girard* schon vor 15 Jahren begonnen; wegen seiner Ueberbürdung mit anderen Arbeiten konnte das Manuskript nur langsam vorwärts schreiten. Nach dem Tode des Gelehrten 1898, fand man von dem Werke, das 12 Kapitel umfassen sollte, nur das erste, zweite und das sechste vollendet vor und Professor Dr. *Lindet,* ein Schüler *Girards,* übernahm die angefangene Arbeit und führte sie durch.

Das Werk behandelt die geographische Verbreitung des Weizens, sowie seinen Handel und gibt darüber Aufklärung durch Tabellen.

Hierauf folgt die botanische Zusammensetzung des Weizenkernes und die chemische Beschaffenheit der verschiedenen Teile desselben, als des Mehlkernes, der Schale und des Keimes. Tabellen geben über die Zusammensetzung der verschiedenen Weizensorten eingehenden Ueberblick. Hierauf folgen Betrachtungen und Abhandlungen über Lagerung des Weizens, dessen Reinigung von Schmutz und Beimischungen und seiner Vermahlung von Alterszeiten her bis zur jetzigen Vollendung der Mühlsteine, der Metallscheibenmühlen und der Walzenstühle. Alsdann schliessen sich Kapitel über Siebvorrichtungen und Sichtung, Gries- und Dunstputzerei, Lüftung und Staubfänger usw. an. Im letzten Kapitel folgen eingehende Betrachtungen über Zusammensetzung von Mehlen und Nachprodukten und deren Behandlung, Lagerung und Verfälschungen.

Das gesamte Werk ist klar und eingehend geschrieben und verdient angesichts der wertvollen Tabellen und der mikrophotographischen Tafeln über Weizenquerschnitte die beste Empfehlung.

Bautechnische Regeln und Grundsätze. Von *O. Siebert.* Zum Gebrauche bei Prüfung von Bauanträgen und Ueberwachung von Bauten in polizeilicher Hinsicht. Berlin 1903. Julius Springer.

Das vorliegende handlich und hübsch ausgestattete Buch von 270 Seiten klein Oktav, ist, wie der Titel sagt, in erster Linie dazu bestimmt, bei der Prüfung von Bauanträgen benutzt zu werden, dürfte aber auch für Bauherren in vieler Beziehung recht nützlich sein. Da der Berichterstatter wohl glaubt, dass es sich gut einführen wird, so sind hier vielleicht einige Wünsche nicht unangebracht, deren Berücksichtigung bei künftigen Neuauflagen empfehlenswert wäre. Zunächst würde in dem Vorworte eine noch deutlichere Hinweisung darauf angebracht sein, dass die Regeln und Vorschriften des Buches keine *absolute* Giltigkeit besitzen, sondern nur das nach Ansicht des Verfassers am meisten zu Empfehlende angaben. Im einzelnen dürfte der Betoneisenbau eine weitergehende Berücksichtigung verdient haben, als es der Fall ist. So z. B. sind Gründungen auf Betoneisenpfählen garnicht erwähnt, und auch die Wichtigkeit von Betoneisenkonstruktionen in bezug auf Feuersgefahr ist wohl nicht genügend hervorgehoben. Umgekehrt sind dagegen Treppen aus natürlichen Steinen zu günstig weggekommen; namentlich wäre zu betonen gewesen, dass Treppen aus Granitsteinen selbst bei äusserst geringen Temperatursteigerungen schon zerspringen und daher selbst gegen Holz in bezug auf Sicherheit *bedeutend* zurückstehen. Ebenso ist auch die feuersichere Verglasung mit Drahtglas oder Elektroglas kaum erwähnt. Auch Kalksandsteine sind nicht berücksichtigt worden. Bei eisernen Schornsteinen hätte auf die Notwendigkeit eines genügend temperaturbeständigen Innenanstriches hingewiesen werden können, ohne den diese bald durchfressen werden. Schliesslich sei noch bemerkt, dass die in den Rauchgasen enthaltene schwefligе Säure für die menschliche Gesundheit durchaus unschädlich ist, wie überhaupt die Rauchfrage weniger eine Sache der Gesundheitsschädlichkeit, als vielmehr eine solche der Reinlichkeit ist. Jedoch sind dies, wie gesagt, nur Ausstellungen im einzelnen, die der Brauchbarkeit des Buches im ganzen kaum Abtrag tun. *Rauter.*

Die Wirkungsweise der Rektifizier- und Destillierapparate. Von *F. Hausbrand.* Berlin 1903, Julius Springer.

In klarer Weise sind in dem interessant geschriebenen Buche die nicht gerade einfachen Vorgänge in Destillier- und Rektifizierapparaten auseinandergesetzt. Zunächst von rein theoretischen Betrachtungen ausgehend, verfolgt der Verfasser sie bis in ihre Einzelseiten und legt mit Hilfe einfacher mathematischer Formeln die zwischen den einzelnen Phasen bestehenden Beziehungen fest. Im Anschluss an die so geschaffenen theoretischen Grundlagen unterwirft er die Apparate einer eingehenden Betrachtung, inwieweit sie den gestellten Anforderungen entsprechen und gibt wertvolle Hinweise, die sich auf die Konstruktion der Apparate, sowie ihre Behandlung im Betriebe beziehen. — Verschiedene Zahlenbeispiele, die sich auf Alkohol-Wassermischungen beziehen, erläutern den Wert der so gewonnenen Gesichtspunkte. Zahlreiche Tabellen und Abbildungen, die dem Buche beigegeben sind, tragen dazu bei, sein Studium zu einer dankbaren Aufgabe sowohl für den, der den Betrieb solcher Apparate zu überwachen hat als auch für den, der sich mit ihrer Konstruktion befasst, zu machen. *Dr. Hgr.*

Das Objektiv im Dienste der Photographie. Von *Dr. E. Holm,* mit 50 Textbildern und 64 Tafeln. Berlin 1902, Gustav Schmidt (vorm. R. Oppenheim).

Diese kurz und übersichtlich geschriebene Anleitung zur Benutzung der photographischen Objektive ist lediglich für den praktischen Gebrauch bestimmt. Es sind daher alle Formeln und rechnerische Ableitungen vermieden, dagegen sind an der Hand zahlreicher, äusserst instruktiv gehaltener Abbildungen in vergleichender Weise Aufnahmen mit den häufig vorkommenden Fehlern den richtigen Aufnahmen gegenübergestellt. Hierdurch wird es dem Leser leicht gemacht, zu erkennen, in wie weit etwaige Mängel an den eigenen Aufnahmen auf richtiger Benutzung der verschiedenen Objektive zurückzuführen sind.

Im ersten *allgemeinen Teil* werden die Eigenschaften der Linse behandelt, und im zweiten, dem *speziellen Teil,* bespricht der Verfasser die im ersten Teil gegebenen Erläuterungen in Beziehung auf die verschiedenartigen Objektive und giebt so eine Begründung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Arten. Hieran schliesst sich der dritte Teil über die *Wahl des Objektives.* Den Schluss bildet das *praktische Arbeiten* mit demselben

Letzterer ist von ganz besonderem Interesse, da hier alle in der Praxis vorkommenden Fehler durch die oben erwähnten Aufnahmen illustriert sind, sodass man leicht auf den richtigen Weg gewiesen wird.

Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1902. Unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner. Herausgegeben vom Hofrat *Dr. Josef Maria Eder,* Direktor der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien, k. k. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. Sechzehnter Jahrgang. Mit 351 Abbildungen im Text und 29 Kunstbeilagen. Halle a. S. 1902, Wilhelm Knapp.

Das in Fachkreisen allgemein bekannte Jahrbuch gibt auch diesmal wieder gleich seinen Vorgängern ein übersichtliches Bild von den Errungenschaften des Jahres 1902. Der Umstand, dass das Werk nun seit sechszehn Jahren erscheint, spricht selbst für seine Beliebtheit. Da alle modernen Reproduktionsverfahren durch ausgezeichnete Muster vertreten sind, gehört das Edersche Buch zu den wertvollsten periodischen Bereicherungen jeder photographischen Bibliothek.

Moderne Dampfkesselanlagen. Von *O. Herre,* Ingenieur und Lehrer. Mit 322 Abbildungen.

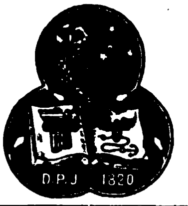
Es wird den geehrten Lesern unserer Zeitschrift vielleicht erwünscht sein, zu erfahren, dass von dem in den Jahrgängen 1902 und 1903 in D. p. J. erschienenen Aufsatz: *Moderne Dampfkesselanlagen* ein Sonderabdruck im Verlage der *Polytechnischen Buchhandlung R. Schulze* Mittweida erschienen ist. Der Bezugspreis beträgt für den I. Teil (Walzen- und Flammrohrkessel) Mk. 2,00; für den II. Teil (Feuerrohr- und Wasserrohrkessel) Mk. 4,50; für beide Teile zusammen Mk. 6,50.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

84. Jahrg., Bd. 318, Heft 52. Berlin, 26. Dezember 1903.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark (Postzeitungsliste No. 2193), direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An Herrn Professor M. Rudeloff, Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse, die Expedition betreffende Schreiben an Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung, Berlin W. 66, Buchhändlerhof 2.



Ueber die Arbeitsweise der Treibriemen.

Beim Riemenbetriebe treten Verluste auf, welche zum Teil durch die Arbeitsweise der Treibriemen bedingt und unvermeidlich, zum Teil eine Folge falscher Anordnung und Bemessung oder auch ungeeigneten Materials sind. Diese Verluste, von deren Grösse die Leistungsfähigkeit, der Wirkungsgrad und teilweise auch die Lebensdauer der Riemen abhängen, mögen einer kurzen Betrachtung unterzogen werden.

Die treibende Scheibe erzeugt bei der Drehung infolge der Reibung zwischen Scheibe und Riemen eine Spannung in dem letzteren, welche an der Auflaufstelle a (Fig. 1) am grössten und zwar gleich der Spannung T des ziehenden Trums ist und auf der Scheibe allmählich abnimmt, bis sie an der Ablaufstelle b ihren kleinsten Wert, die im gezogenen Trum herrschende Spannung t erreicht. Auf der getriebenen Scheibe wächst dagegen die Spannung von der Auflaufstelle bis zur Ablaufstelle. Die Differenz $T - t$ ergibt die zu übertragende *nutzbare* Umfangskraft, welche umso grösser wird, je kleiner die Spannung t des gezogenen Trums ist.

Betrachtet man ein Riementeilchen während seiner Bewegung auf der treibenden Scheibe, so hat dasselbe bei a im höchstgespannten Zustande seine grösste Länge und verkürzt sich allmählich entsprechend der Abnahme der Spannung bis zum Punkte b. Diese Verkürzung hat ein Gleiten auf der Scheibe zur Folge, welches am grössten bei b und an der Auflaufstelle a gleich Null ist. Die Summe aller Längenänderungen der gleichzeitig die Scheibe berührenden Riementeilchen ergibt die gesamte Gleitung, welche auf der treibenden Scheibe *entgegen* der Drehrichtung derselben stattfindet, sodass also die Scheibe dem Riemen voreilt. Auf der getriebenen Scheibe tritt entsprechend der Zunahme der Spannung eine Dehnung und infolgedessen ein Gleiten des Riemens *in* der Drehrichtung der Scheibe ein, sodass hier der Riemen der Scheibe vorauseilt.

Die Verteilung der Riemenspannung, sowie der Dehnung und Gleitung der Riementeilchen ist in Fig. 1 schematisch dargestellt. Die gestrichelte Linie zeigt in ihren senkrechten Abständen vom Riemenmittel den Verlauf der Spannungen. Der Umfang der Riemenscheiben ist in gleiche Teile m geteilt, welche auf dem Riemen ebenfalls aufgetragen sind, jedoch in der durch die Spannungsänderung bedingten Verkürzung oder Verlängerung. In dem Augenblick, in welchem das Riementeilchen — auf m_1 verkürzt — an der Ablaufstelle b angekommen ist, befindet sich die entsprechende Strecke der Scheibe bereits bei e, ist also dem Riemen um $b—e$ vorgeeilt. Ebenso gleitet der Riemen um die Strecke $d—f$ über die getriebene Scheibe hin.

Diese beiden Bewegungen des Riemens auf den Scheiben ergeben einen *Geschwindigkeitsverlust* der getriebenen Scheibe gegenüber der treibenden, welcher direkt proportional der Nutzbelastung für die Einheit des Riemenquerschnittes $\left(\frac{T - t}{b \cdot s}\right)$ und dem Dehnungskoeffizienten des Riemenmaterials ist, und welcher ausserdem mit wachsendem Scheibendurchmesser zunimmt, da bei gleicher Belastung des Riemens die Dehnung und damit die Gleitung umso grösser wird, je länger der Berührungsbogen ist.

Die Grösse der Gleitung nimmt dagegen ab mit wachsender Riemengeschwindigkeit, da der Riemen bei hohen Geschwindigkeiten auf der Scheibe nicht die Zeit findet, die Verkürzung oder Verlängerung völlig auszuführen; der vollkommene Spannungsausgleich findet dann erst im freien Riemen statt. Grosse Scheiben bewirken also einmal eine Vergrösserung der Gleitung durch Verlängerung des vom Riemen umschlossenen Bogens, andererseits aber wieder eine Verminderung derselben durch Erhöhung der Geschwindigkeit.

Das Gleiten des Riemens auf der Scheibe bedingt einen unmittelbaren *Arbeitsverlust* dadurch, dass die Reibung zwischen Riemen und Scheibe, welche dem Gleiten entgegenarbeitet, überwunden werden muss, und einen weiteren mittelbaren Verlust durch die Verminderung der Reibung, da der Reibungskoeffizient der Bewegung beträchtlich geringer ist, als derjenige der Ruhe.

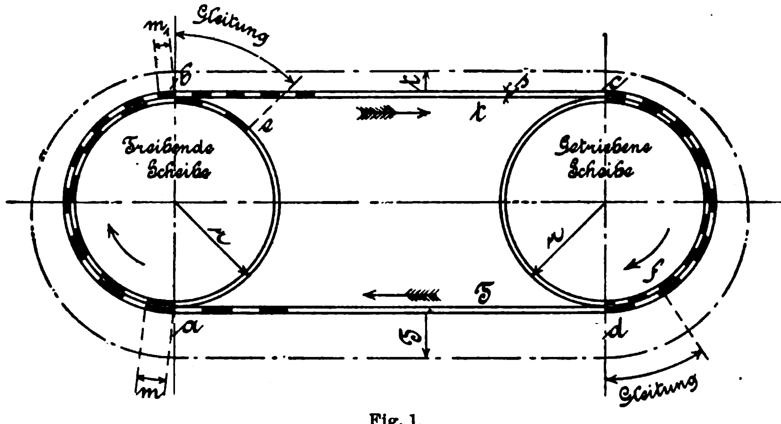


Fig. 1.

Der Geschwindigkeitsverlust durch die Riemengleitung infolge der elastischen Dehnungen hat nichts gemein mit dem Verlust durch Rutschen des Riemens infolge ungenügender Reibung.

Die Hauptursache geringer Leistungsfähigkeit der Treibriemen ist die im *gezogenen, losen* Trum auftretende Spannung.

Während im Zustande der Ruhe im ziehenden und im gezogenen Trum die gleiche Spannung herrscht und demzufolge in beiden eine gleiche Menge des Riemenmaterials sich befindet, wird während der Arbeitsübertragung der ziehende Riemen gedehnt, und das hierdurch frei werdende Riemenmaterial wird über die treibende Scheibe dem losen Trum zugeführt. Die Spannung in diesem nimmt umsomehr ab, je mehr Riemenlänge es auf diese Weise erhält, je grösser also die elastische Dehnung des Riemens ist; sie verliert umgekehrt umsoweniger, je dehnfreier derselbe ist. Das Gleiten des Riemens infolge seiner Elastizität wirkt dieser Verminderung der Spannung t entgegen, indem das über die

Scheibe geförderte Riemenmaterial teilweise gleichsam wieder zurücktransportiert wird, und zwar umsomehr, je mehr Zeit der Riemen zu diesem Zusammenziehen hat, je langsamer er also läuft. Es bewirkt also nur die Differenz beider Materialbewegungen eine Verringerung der Spannung im gezogenen Riemen, welche Abnahme umso grösser ist, je geringer die Gleitung im Verhältnis zur Riemengeschwindigkeit ist. Die Spannung t nimmt also mit steigender Geschwindigkeit ab und kann sich dem Wert Null nähern.

Es ist bei der Betrachtung dieser Verhältnisse immer zu berücksichtigen, dass jede der Dehnungen und Verkürzungen eine bestimmte Zeit erfordert, und dass dieselben durch die Grösse der für dieselben verfügbaren Zeit wesentlich beeinflusst werden. Mit der Zeitdauer der Belastung wächst die Gesamtdehnung und auch die bleibende Dehnung des Leders, sodass hohe Geschwindigkeiten, welche einen schnellen Wechsel der Belastung ergeben, für die Beanspruchung der Riemen sehr günstig sind.

Die durch die treibende Scheibe erzeugte Spannung pflanzt sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit im ziehenden Trum bis an die getriebene Scheibe fort, wobei eine entsprechend fortschreitende Dehnung des Riemens erfolgt. Die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Spannung im freien Riemen ist um so kleiner, je grösser die Elastizität desselben ist; sie ist für ein gegebenes Material konstant. Spannung und Dehnung würden mit der im ziehenden Trum vorhandenen Grösse und Geschwindigkeit in das gezogene Ende übergehen, wenn sie nicht auf der getriebenen Scheibe durch die Reibung verzögert würden, welche nur einen Teil der Spannung über die Scheibe hinweg in das lose Trum gelangen lässt und zwar umsoweniger, je grösser die Reibung ist. Diese Spannung wird ferner um so kleiner, je grösser die Riemengeschwindigkeit ist, welche auf der getriebenen Scheibe eine der Fortpflanzung der Spannung entgegengesetzte Richtung hat; sie würde, abgesehen von der durch das Eigengewicht des Riemens erzeugten Spannung, gleich Null sein, wenn die Riemengeschwindigkeit gleich der wirklichen mittleren Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf der Scheibe wäre, welche infolge der Verzögerung durch die Reibung geringer ist, als die Geschwindigkeit im freien Riemen. In diesem Falle würde die Spannung an der Auflaufstelle der getriebenen Scheibe gerade Null, es würde also die Gesamtspannung des ziehenden Trums durch die Reibung ausgeglichen und demnach vollständig zum Antrieb nutzbar gemacht: die Leistungsfähigkeit ist in diesem Falle am grössten.

Alle geringeren Riemengeschwindigkeiten bedingen eine Verminderung der Leistungsfähigkeit durch die Spannung des gezogenen Trums, während höhere Geschwindigkeiten eine Steigerung derselben nicht mehr ergeben.

Die Vergrösserung der Scheibendurchmesser bewirkt ebenfalls eine Verringerung der schädlichen Spannung, indem sie einmal grössere Geschwindigkeiten ergibt und ferner durch die längere Anlage des Riemens, also durch die Verlängerung des Weges, auf dem die Fortpflanzung verzögert wird, günstig wirkt. Je länger dieser Weg ist, umsoweniger Spannung kann sich bei der konstanten Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf das lose Trum übertragen.

Während die übrigen Arbeitsverluste unabhängig von der Riemengeschwindigkeit sind, ändert sich der durch die Spannung im gezogenen Trum verursachte Verlust im umgekehrten Verhältnis zur Geschwindigkeit. Hierdurch ist eine Erklärung dafür gegeben, dass die Höchstleistung eines Riemens nicht im einfachen Verhältnisse der Geschwindigkeiten, sondern in viel stärkerem Masse wächst, sodass also die Leistungs*fähigkeit*, die zulässige Nutzbelastung für die Einheit des Querschnittes zunimmt; ebenso steigt dieselbe mit dem Durchmesser der Scheiben.

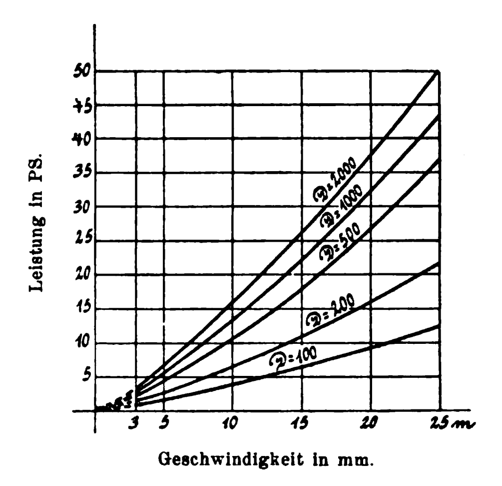
Otto Gehrkens, Hamburg, hat zuerst hierauf hingewiesen und ist in wiederholten Veröffentlichungen für die Verwendung grösserer Riemengeschwindigkeiten bis 50 m/Sek. und mehr eingetreten, deren Vorteile er an Hand von Versuchen nachweist. Es gelang ihm, mit einem Kernledertreibriemen von 50 mm Breite eine Leistung von 82 PS bei einer Riemengeschwindigkeit von 66,2 m/Sek. zu übertragen, woraus sich eine Nutzleistung von 60 kg/qcm oder von ∞ 53 PS für 1 qcm des Riemenquerschnittes ergibt, da die Dicke des Riemens an der schwächsten Stelle 3,1 mm betrug. Für 1 cm Riemenbreite errechnet sich eine Nutzbelastung von 18,6 kg.[1])

Gehrkens hat Werte für die zulässigen spezifischen Belastungen angegeben, welche jetzt ziemlich allgemein benutzt werden, und welche hier in folgender Tabelle wiedergegeben

Nutzbelastung für 1 cm Riemenbreite in kg.

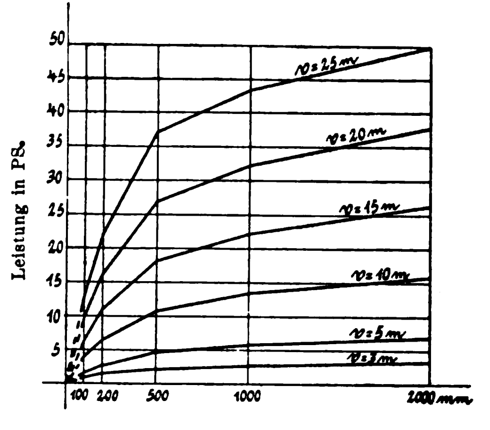
	Durchmesser der kleinen Scheibe mm	Riemengeschwindigkeit in m/Sek.					
		3	5	10	15	20	25
Einfache Riemen	100	2	2,5	3	3	3,5	3,5
	200	3	4	5	5,5	6	6,5
	500	5	7	8	9	10	11
	1000	6	8,5	10	11	12	13
	2000	7	10	12	13	14	15
Doppelte Riemen	500	8	9	10	11	12	13
	1000	10	12	14	16	17	18
	2000	12	15	20	22	24	25

sind. Die Schaulinien der Fig. 2 und 3, denen diese Werte zu Grunde gelegt sind, zeigen der grösseren Deutlichkeit halber nicht die zulässigen Belastungen, sondern die aus diesen berechneten Leistungen für 10 cm Riemenbreite einfacher Riemen in Pferdestärken. Während Fig. 2 den Ein-



Geschwindigkeit in mm.

fluss der Geschwindigkeiten bei gleichen Scheibendurchmessern erkennen lässt, geht aus Fig. 3 sehr deutlich der schädliche Einfluss kleiner Riemenscheiben hervor, und zwar fällt die Leistung von etwa 0,5 m Durchmesser ab sehr schnell,



Geschwindigkeit in mm.

während sie oberhalb dieser Grenze in geringerem Masse beeinträchtigt wird.

Die Werte gelten für günstige Uebertragungsverhältnisse,

[1]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1900, S. 1509



bei sorgfältiger Herstellung und Montage der Scheiben, einem Verhältnis der Scheibendurchmesser von etwa 1 : 2, horizontaler oder unter 45° geneigter Lage des oberen, losen Trums und reichlichem Scheibenabstand von > 5 m für breitere Riemen, wobei die Verwendung vorzüglichen Leders Voraussetzung bleibt.

Einen wesentlichen Arbeitsverlust ergibt die beim Auflaufen des Riemens auf die Scheibe zu leistende *Biegungsarbeit*, welche um so grösser ausfällt, je kleiner die Riemenscheiben, je weniger biegsam das Riemenmaterial und je straffer gespannt der Riemen ist. Zu dieser Arbeit kommt bei balligen Scheiben noch die durch die gewölbte Kranzform bedingte Querbiegungsarbeit hinzu.

In dem die Scheibe umspannenden Teile des Riemens findet eine Dehnung der äusseren und eine Verkürzung der inneren Fasern statt; die hierbei auftretende Verschiebung der Materialfasern gegen einander ist um so kleiner, je mehr sich das Verhältnis $\frac{r}{r+s}$ dem Werte 1 nähert, und es ist auch der entsprechende Arbeitsverlust um so geringer, je grösser der Scheibendurchmesser und je dünner der Riemen, je geringer also der Längenunterschied der Fleischseite und der Haarseite des Riemens wird.

Ueberaus wertvoll ist auch hier die Elastizität des Riemens, da natürlich ein dünner, elastischer Riemen weit geringere Arbeit für die Abbiegung erfordert als ein steifer und unelastischer. Geringe Dicke und hohe Elastizität sind besonders nötig bei kleinen Scheiben und grossen Geschwindigkeiten. Je langsamer ein Riemen läuft, je mehr Zeit er also zur Ausführung der Formänderungen hat, um so vollkommener wird er diese ausführen und um so inniger sich der Scheibe anschmiegen können. Bei grosser Dicke und geringer Elastizität im Verein mit kleinen Scheiben und hohen Geschwindigkeiten kann der Riemen die Dehnungen nicht vollkommen ausführen, weil hierzu die nötige Zeit fehlt; die Folge ist eine Verminderung der Anlagefläche und der Reibungsgrösse. Wichtig ist es aus den erörterten Gründen, bei kleinen Scheiben und hohen Geschwindigkeiten nicht nur elastische Riemen zu verwenden, sondern auch eine geringe, spezifische Belastung zu wählen, um dem Riemen die Elastizität zu erhalten und denselben mit Rücksicht auf den Biegungswiderstand nicht zu straff zu spannen. Dieser Widerstand ist natürlich um so grösser, je höher die Spannung des zu biegenden Riemens ist, so dass die Spannung im gezogenen Trum auch in dieser Hinsicht von nachteiligem Einfluss ist. Ein besonders grosser Arbeitsverlust ergibt sich, wenn das gespannte Riemenende auf die kleine Scheibe läuft, wie dies beispielsweise im Elektromotorenbetrieb fast ausschliesslich der Fall ist. Hier muss die spezifische Belastung niedrig gehalten, der Riemen also breiter gewählt werden als unter günstigeren Betriebsverhältnissen.

Die Querbiegung des Riemens auf balligen Scheiben ergibt nicht nur eine Vergrösserung des Arbeitsverlustes, sondern vor allem auch eine stärkere und ungleichmässige Beanspruchung und Dehnung der Materialfasern, welche in der Mitte des Riemens, wo ihr Weg grösser ist als an den Seiten, die stärkste Dehnung und also auch die grösste dauernde Deformation erleiden. Diese Verschiedenheit der Beanspruchung ist bei kleinen Scheiben und starker Wölbung sehr beträchtlich, und es liegt hier ausserdem die Gefahr vor, dass der Riemen nicht mehr in der ganzen Breite die Scheibe berührt und durch diese Verminderung der tatsächlichen Anlagefläche und der Adhäsion an Leistungsfähigkeit verliert, weshalb die Scheiben nur sehr schwach gewölbt werden sollen — treibende Scheiben nach Möglichkeit überhaupt nicht. Die Verringerung der Leistungsfähigkeit durch übermässig starke Wölbung der Scheibe tritt vor allem bei hohen Riemengeschwindigkeiten ein, da der Riemen nicht genügend Zeit hat, die zum vollkommenen Anschmiegen an die Scheibe erforderlichen Dehnungen auszuführen.

Die häufige Abbiegung des Riemens hat nicht nur einen Arbeitsverlust, sondern auch eine Verminderung der Elastizität und der Lebensdauer des Riemens zur Folge. Mit Rücksicht auf diese Einflüsse ist zu fordern: Grosse Scheiben, schwache Wölbung (treibende Scheibe nie gewölbt), elastische Riemen von geringer Dicke und niedere spezifische Belastung.

Die besprochenen Verluste durch Gleiten des Riemens auf der Scheibe infolge seiner Elastizität, durch Fortpflanzung der Spannung in das gezogene Trum und durch die Riemenbiegungsarbeit sind durch die Arbeitsweise der Treibriemen bedingt und deshalb *unvermeidlich*; wohl aber kann durch richtige Anordnung und durch sorgfältige Auswahl des Materials eine bedeutende Verringerung derselben, und damit eine Steigerung der Leistungsfähigkeit und des Wirkungsgrades erzielt werden.

Es kann nun noch ein *Gleiten des Riemens infolge ungenügender Reibung* auftreten, welches jedoch vermieden werden kann und höchstens — durch besondere Ursachen veranlasst — als vorübergehende Erscheinung auftreten darf. Es ist deshalb, da der Reibungskoeffizient für die gebräuchlichen Materialien des Riemens und der Scheibe festliegt, für eine genügend lange Anlage und eine ausreichende Breite des Riemens, sowie für einen reichlichen Abstand der Scheiben und eine günstige Höhenlage derselben zu einander zu sorgen. Vollkommen verkehrt wäre es dagegen, durch besonders rauhe Scheibenflächen oder gar durch Klebemittel ein Gleiten des Riemens verhindern zu wollen, da ja das Gleiten infolge der Elastizität zum richtigen Ausgleich der Spannung nötig und eine Grundbedingung der richtigen Arbeitsweise des Riemens ist. Es würde lediglich ein grösserer Arbeitsverlust und eine schnellere Zerstörung des Riemens durch das Schleifen auf den rauhen Scheiben erreicht werden. Die Reibung zwischen Riemen und Scheibe kann nur dann vollkommen ausgenutzt werden, wenn die letztere auch tatsächlich auf der ganzen Länge des Umfassungsbogens und auf der ganzen Breite innig vom Riemen berührt wird. Dies wird, wie bereits erwähnt ist, umsoweniger der Fall sein, je kleiner die Scheibe, je steifer der Riemen und je höher die Riemengeschwindigkeit ist. Der Biegungswiderstand bedeutet also ausser dem unmittelbaren Verlust durch die zur Biegung erforderliche Arbeit einen mittelbaren Verlust durch die Verminderung der Anlagefläche und damit der Leistungsfähigkeit. Es zeigt sich auch hier wieder der Wert einer grossen Elastizität.

Die vorstehenden Ausführungen lassen sich dahin zusammenfassen: Die beim Riemenbetriebe auftretenden Verluste, welche die Leistungsfähigkeit, den Wirkungsgrad und in letzter Linie auch die Haltbarkeit des Riemens beeinträchtigen, entstehen durch das Gleiten infolge der Elastizität, durch die Spannung im gezogenen Trum und durch die Biegung des Riemens; es können ferner bedeutende zeitweilige Verluste durch das Gleiten des Riemens infolge zu geringer Reibung auftreten. Die für das Gleiten des Riemens aufgewendete Arbeit setzt sich zum Teil in Wärme um und bewirkt zum anderen Teil eine Abnutzung des Riemens und der Scheibe, während die Biegungsarbeit zur Dehnung der Riemenfasern gebraucht wird. Der Verlust durch die im gezogenen Trum auftretende Spannung ist nicht als ein Energieverlust während des Betriebes, sondern vielmehr als ein Verlust an Leistungsfähigkeit anzusehen, da die Nutzspannung, also die tatsächlich übertragene Umfangskraft um die Grösse der schädlichen Spannung geringer gewählt werden muss als die gesamte zulässige Spannung. Sie ergibt ausserdem noch einen Arbeitsverlust, soweit sie durch Vergrösserung der Riemenspannung die übrigen Verlustgrössen beeinflusst.

Die Betrachtung der einzelnen Verluste und ihrer Ursachen ergibt die gemeinsamen Bedingungen für einen möglichst vollkommenen Riemenbetrieb:

grosse Elastizität des Riemens bei geringer Dicke;

grosse Durchmesser der Scheiben, vor allem der treibenden;

geringe Wölbung der getriebenen Scheibe, gerade Form der treibenden;

hohe Riemengeschwindigkeiten;

grosser Scheibenabstand, möglichst horizontale Lage des oberen, losen Trums.

Mit Rücksicht auf die Haltbarkeit und den dauernd guten Lauf, ist noch die Forderung hinzuzufügen: nicht zu hohe spezifische Belastung, damit die Elastizität des Riemens erhalten bleibt.

Der Wert eines Treibriemens beruht weniger auf der hohen Bruchfestigkeit als auf der *Elastizität* des Materials, der für den Betrieb wertvollsten Eigenschaft, die mit Recht als die eigentliche Lebenskraft des Riemens bezeichnet wird.

Die besten Riemen werden aus den Mittelrückenstücken der Ochsenhaut geschnitten, welche im ganzen Querschnitt eine annähernd gleiche Elastizität und Festigkeit besitzen, während die Flankenteile minderwertiges Leder von ungleicher Beschaffenheit ergeben. Professor *von Bach* stellte durch Versuche fest[2]), dass „die Elastizität des Leders, vom Bauchteile der Haut nach dem Rücken hin, sehr bedeutend wächst“, und dass die Elastizität des Mittelrückenstückes überall fast genau gleich ist, während sie in den Seitenteilen der Haut nicht nur geringer, sondern auch sehr verschieden ist. Während für die untersuchte Haut der Koeffizient der elastischen Dehnung für die Rückenbahnen bis $a = \frac{1}{2274}$ steigt, beträgt er für die Flankenteile bei gleichem Belastungswechsel, zum Teil nur $a = \frac{1}{5371}$; hierbei ist zu bemerken, dass sich a für Leder je nach der Grösse der Beanspruchung ändert.

Während *Bach* beispielsweise den Dehnungskoeffizienten eines gebrauchten Lederriemens für die Spannungsgrenzen 7,2 und 21,6 $^{kg}/_{qcm}$ mit $a = \frac{1}{2680}$ angibt, beträgt derselbe für die Grenzen 50,4 und 64,8 $^{kg}/_{qcm}$ nur noch $\frac{1}{4250}$. Dieses Verhalten der Riemen verdient grösste Beachtung bei der Wahl der zulässigen Belastung, da für jeden Treibriemen höchste Elastizität anzustreben ist. *Bach* weist auch ausdrücklich auf den Einfluss hin, den gerade bei Leder die Zeit auf die Dehnung ausübt, welche nicht nur von der Grösse, sondern auch wesentlich von der Dauer der Belastung abhängt.

Die Dicke des Leders ist am geringsten in der Mitte des Rückens, wo sie etwa 5 mm beträgt, und steigt nach den Seiten auf 8 bis 9 mm. Die Mittelrückenriemen bieten also die vereinigten Vorzüge grosser Elastizität und geringer Dicke.

Die *Haltbarkeit* eines Riemens ist abhängig von der Materialbeschaffenheit, der Beanspruchung und der Behandlung sowie endlich von etwaigen besonderen durch die Betriebsverhältnisse bedingten Einflüssen.

Es ist ohne weiteres klar, dass ein sehr elastisches Material den wechselnden Belastungen, den häufigen Abbiegungen und den Stössen besser und dauernder Stand halten kann, als ein zwar festes aber wenig elastisches. Wertvoll ist eine möglichst grosse Gleichmässigkeit des ganzen Querschnittes, da andernfalls infolge der verschiedenen Dehnungen eine dauernde Deformation des Riemens eintreten muss, welche nicht nur unruhigen Lauf und geringe Leistungsfähigkeit, sondern auch eine schnelle Zerstörung desselben zur Folge hat. Uebermässig straffes Spannen des Riemens nimmt ihm seine Elastizität und beeinträchtigt damit gleichzeitig seine Leistungsfähigkeit und seine Haltbarkeit, weshalb es — ganz abgesehen von der schädlichen Belastung der Wellen und Lager — sehr wichtig ist, die Riemen mit richtiger Spannung laufen zu lassen. Die grossen Achsenentfernungen sind hauptsächlich deshalb so vorteilhaft, weil die Riemen nicht durch gewaltsames Anziehen, sondern durch ihr Eigengewicht eine gleichbleibende und zweckentsprechende Spannung erhalten.

Wohl soll jeder Riemen in der Fabrik soweit gestreckt werden, dass er im Betriebe möglichst geringe bleibende Dehnungen zeigt, nicht aber so weit, dass auch keine elastische Dehnung mehr eintritt, der Riemen also vollkommen dehnfrei ist.

Von grossem Einfluss auf die Haltbarkeit ist die Grösse und die Art der Beanspruchung. Während der Arbeit erleidet der Riemen eine doppelte Belastung durch den Riemenzug und durch die Biegung auf den Scheiben. Die grösste Spannung herrscht in den Aussenfasern, in denen die durch den Riemenzug erzeugte Spannung durch die Biegungsspannung vermehrt wird. Der Riemen wird umsomehr beansprucht, je grösser die Gesamtspannung, je kleiner die Scheiben und je dicker das Leder sind, und je öfter der Riemen die Abbiegung erleiden muss. Andererseits ist die Beanspruchung bei hohen Geschwindigkeiten wieder dadurch günstiger, dass die Dehnungen nicht so gross ausfallen wie bei langsam laufenden Riemen, da dieselben nicht nur von der Grösse, sondern auch von der Dauer der Belastung abhängen.

Das Gleiten infolge der Elastizität und weit mehr noch etwaiges Schleifen infolge ungenügender Reibung haben eine Abnutzung der Laufseite und also eine allmähliche Zerstörung der Fasern zur Folge.

Die Lebensdauer der Treibriemen kann auch durch besondere Betriebsverhältnisse nachteilig beeinflusst werden, und zwar sind hier in erster Linie Feuchtigkeit, Hitze und Staub, sowie auch Säuregase zu nennen, welche die Elastizität des Riemens vernichten und ihn mürbe und brüchig machen. Die beste Riemenpflege, welche die schädlichen Einflüsse, wenn dieselben einmal nicht fernzuhalten sind, wenigstens verzögern kann, ist eine sorgfältige Reinigung der Riemen. Das Bestreichen derselben mit Riemenwachs oder Leim sollte — vor allem bei raschlaufenden Riemen — grundsätzlich vermieden werden oder doch nur im Notfalle zur Verhütung einer Betriebsstörung Anwendung finden, weil es grossen Energieverlust und sehr störendes, knisterndes Geräusch verursacht und den Riemen zerstört, indem es ihn hart und brüchig macht. Dagegen empfiehlt es sich, den Riemen von Zeit zu Zeit nach gründlicher Reinigung mit Leinöl oder einem reinen tierischen Fett (Talg) zu tränken, wodurch die Fasern sich zusammenziehen und der Riemen elastisch bleibt. Man kann durch dieses einfache Mittel oft ein Nachspannen des Riemens ersparen und dadurch wesentlich zur Verlängerung der Lebensdauer beitragen.

Es möge noch kurz auf die Frage eingegangen werden, auf welcher Seite der Treibriemen am zweckmässigsten laufen soll, auf der Fleischseite oder auf der Haarseite. In Deutschland ist es allgemein üblich, die Fleischseite die Scheiben berühren zu lassen, und es sprechen in der Tat sehr viele Gründe für diese Arbeitsweise, ohne dass aber die Frage bisher endgiltig und einwandfrei beantwortet wäre. Es soll hier erörtert werden, wie die für die Güte des Riementriebes massgebenden Faktoren durch die Wahl der Laufseite beeinflusst werden.

Nach Versuchen sowie nach den vorliegenden Betriebserfahrungen ist der Reibungskoeffizient für Leder auf Eisen grösser für die Fleischseite als für die Haarseite, die Leistungsfähigkeit des Riemens ist also unter sonst gleichen Verhältnissen grösser bei Anlage der Fleischseite. *Conrad Scholz*, Hamburg, weist durch einen einfachen Versuch nach, dass die Reibung für die Fleischseite um etwa 30 v. H. grösser ist als für die Haarseite, indem er einen über eine feststehende Scheibe gelegten Riemen an einem Ende mit einem Gewicht von bestimmter Grösse belastet und am anderen Ende solange Gewichte hinzufügt, bis der Riemen auf der Scheibe zu rutschen beginnt. Die Differenz beider Belastungen ergibt die gesamte Reibung zwischen Riemen und Scheibe.

Wenn derartige Versuche auch sehr lehrreich sind und wesentlich zur Kenntnis der Treibriemen beitragen, so darf man andererseits aus denselben nicht direkt auf das Verhalten des Riemens während des Laufes schliessen, da hierbei gegenüber dem Zustande der Ruhe zahlreiche Nebenumstände mitwirken. Die Riementeilchen führen eine ständige Relativbewegung zur Scheibe aus, wodurch der Reibungskoeffizient beeinflusst wird, welcher im allgemeinen für die Bewegung geringer als für den Zustand der Ruhe ist. Der Berechnung der Treibriemen wird allgemein ein Wert 0,25 bis 0,28 zugrunde gelegt. Die Oberfläche des Riemens ändert sich von Punkt zu Punkt infolge der verschiedenen Dehnung und ebenso bei verschiedenen Scheibendurchmessern infolge der mehr oder weniger starken Zusammenziehung der die Scheibe berührenden Fasern; diese Aenderung der Oberfläche wird auch den Reibungskoeffizienten beeinflussen.

Bei grossen Riemengeschwindigkeiten wird die Reibungsgrösse durch die Zentrifugalkraft beeinflusst, welche den Riemen von der Scheibe abzuheben sucht und dadurch die Reibung verringert. Andererseits erleichtert hierdurch die Zentrifugalkraft die elastischen Längenänderungen des Riemens auf der Scheibe, da die Reibung nicht mehr in demselben Masse der Dehnung resp. Verkürzung der Teilchen entgegen-

[2]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1902, S. 985; *C. Bach.* Die Elastizität der an verschiedenen Stellen einer Haut entnommenen Treibriemen.

wirkt. Jedenfalls erscheint der schädliche Einfluss der Zentrifugalkraft nur unbedeutend zu sein.

Da der Reibungskoeffizient von der Wahl der Laufseite abhängig ist, werden auch die Arbeitsverluste durch Gleiten für beide Fälle verschieden sein und zwar grösser für die Fleischseite. Diese Vermehrung des Verlustes wird jedoch dadurch wieder ausgeglichen, dass die Riemenspannung bei grösserer Reibung geringer ausfällt, die Riementeilchen also weniger fest an die Scheibe angepresst werden und demnach zu ihrer Bewegung auf derselben weniger Arbeit erfordern. Dieser Gewinn ist beträchtlich grösser, als der gegenüberstehende Verlust, sodass sich auch hier die Fleischseite als die geeignetere Laufseite erweist.

Es bleibt weiter zu untersuchen, welche Laufseite die geringsten Biegungsverluste ergibt. Die Festigkeit und Elastizität des Leders ist nicht im ganzen Querschnitt von der Fleischseite bis zur Haarseite die gleiche, vielmehr herrscht die grösste Festigkeit etwa $^1/_3$ der Riemendicke von der Fleischseite entfernt, während die Aussenfasern der Haarseite die grösste Elastizität besitzen. Die zu beiden Seiten der Kernschicht, zwischen dieser und den Aussenfasern befindlichen Lagen sind lockerer und von geringer Festigkeit. Dieser Zusammensetzung entsprechend bietet der Riemen einen beträchtlich grösseren Biegungswiderstand, wenn die Haarseite die Scheibe berührt, wie auch durch einen einfachen Versuch gezeigt werden kann, indem der über eine Scheibe gelegte Riemen sowohl bei Anlage der Haarseite, wie auch der Fleischseite, soweit an den Enden belastet wird, bis er die Scheibe vollständig berührt. Die zum Straffspannen des Riemens erforderliche Belastung ist im ersten Falle wesentlich grösser. Der Arbeitsverlust durch die Riemenbiegung ist demnach geringer bei Verwendung der Fleischseite als Laufseite und gleichzeitig wird der Riemen in diesem Falle mit grösserer Sicherheit eine innige Berührung der Scheibe und damit eine grössere Reibung ergeben.

Es erscheint auch ohne weiteres richtig, die elastischeren Fasern, also diejenigen der Haarseite dorthin zu verlegen, wo die grössten Dehnungen eintreten, und wo demnach an die Elastizität die grössten Anforderungen gestellt werden; dies ist aber an der Aussenseite des Riemens der Fall, da hier die Materialbeanspruchung am grössten ist. Es kommt noch hinzu, dass das Leder sich beim Biegen auf der Scheibe der ursprünglichen Form, in welcher es gewachsen ist, wieder nähert, während es bei Anlage der Haarseite noch in entgegengesetzter Richtung deformiert, also unzweifelhaft mehr angestrengt wird.

Auch für die Haltbarkeit ist das Laufen auf der Fleischseite günstiger, da die Abnutzung durch das fortwährende Gleiten auf der Scheibe infolge der grösseren Widerstandsfähigkeit der Fasern der Fleischseite geringer und die Verteilung der Spannung über den Querschnitt günstiger ist.

Nach dem Gesagten erscheint die Fleischseite zur Laufseite geeigneter als die Haarseite.

Es ist jedoch nicht möglich, die Frage durch theoretische Erwägungen und Schlussfolgerungen zu entscheiden, welche lediglich das Verständnis der Arbeitsweise vermitteln und den Weg für praktische Versuche zeigen können. Ein sehr dankbares Unternehmen wäre es, zur weiteren Aufklärung über den Einfluss der Laufseite Versuche vorzunehmen, welche den wirklichen Betriebsverhältnissen entsprechen.

F.

Das System der abgestimmten Funkentelegraphie von Nicola Tesla.

Jeder noch so sorgfältig hergestellte und abgestimmte Schwingungskreis spricht nicht nur auf Schwingungen einer bestimmten Periode an, sondern wird auch von höheren, noch mehr aber von niederen harmonischen Schwingungen beeinflusst. Es wurde dies auch von *Dr. Georg Seibt* bei seinen mit grosser Sorgfalt durchgeführten Versuchen, für welche er sich eigens für diese Zwecke geschaffener Apparate bediente, experimentell in überzeugender Weise nachgewiesen. Er gelangte hierbei zu dem Schlusse, dass die Empfangsstation auf Schwingungen, die sehr viel tiefer wie ihre Eigenschwingung sind, nicht so wirksam verstimmt werden kann, wie auf kürzere Wellen. Es lässt sich somit, wenn mit sehr langsamen Schwingungen gearbeitet wird, die schönste Abstimmung zu nichte machen. Nach der Ansicht *Seibts* müsste die geplante funkentelegraphische Verbindung zwischen Europa und Amerika, für welche sehr lange Wellen in Aussicht genommen sind, den übrigen funkentelegraphischen Verkehr vollkommen lahm legen.

Aber auch wenn die Schwingungen von sehr hoher Frequenz sind, kann, da die Zahl der wirksamen harmonischen Schwingungen sehr gross ist, der Empfänger in einer Weise beeinflusst werden, dass die Abstimmung sich für die sichere Uebertragung von Nachrichten wenig wirksam erweist. Dass auch *Marconi* eine zuverlässige Abstimmung nicht erreicht hat, wurde durch den bekannten englischen Telegraphen-ingenieur *Nevil Maskelyne* in drastischer Weise dadurch dargetan, dass es ihm gelang, die gelegentlich eines Vortrages von Prof. *Fleming* in London von der Station Poldhu entsendeten Telegramme durch eine verhätnismässig einfache und schwache Vorrichtung aufzufangen und zu stören.

Tesla schlägt nun zum Zwecke der Geheimhaltung der Nachrichten eine Kombination mehrerer funkentelegraphischer Stationen in der Weise vor, dass jede Sendestelle durch getrennte Sender eine bestimmte Anzahl Wellen von verschiedener Wellenlänge, zum mindesten zwei zu gleicher Zeit entsendet, welche in der Empfangsstation wieder durch zwei gesonderte Empfangseinrichtungen gleichzeitig aufgenommen werden müssen, wenn der eigentliche Empfangsapparat zum Ansprechen gelangen soll. Wird nur einer der beiden Empfangskreise angeregt, so kann eine Aufnahme nicht erfolgen. Selbstredend müssen die Empfänger auf die von den Sendeapparaten entsendeten Wellenlängen abgestimmt sein, sodass jeder Empfänger nur die von dem zugehörigen Sendeapparat endsendeten Wellen aufnehmen und auf dieselben ansprechen kann. Ausserdem dürfen die verwendeten Wellenlängen keine harmonischen sein, weil sonst ein Mitansprechen des zweiten Empfängers zu befürchten ist. Gelangen zur Ingangsetzung des Empfängers nur zwei Serien von Impulsen oder Wellen statt des bisherigen einen Impulses zur Anwendung, so ist nach *Tesla* ein Schutz gegen die störenden Einflüsse anderer Quellen schon in genügend hohem Masse gegeben, um eine zuverlässige und geheime Zeichenübermittelung sicher zu stellen. Sollte dies jedoch allein nicht hinreichen, so lässt sich der angestrebte Zweck doch dadurch erreichen, dass man statt zweier verschiedener aber gleichzeitiger Impulse deren drei oder noch mehr anwendet und so den Schutz gegen äussere und gegenseitige Beeinflussung noch wesentlich vergrössert. Er vergleicht die Einrichtung mit einem der bekannten Kombinations-Sicherheitsschlösser, bei welchen ein Einbruch durch Wechsel der Kombination sehr erschwert wird. Die Empfindlichkeit eines Empfängers gegen Störungen von anderen Quellen und gegen die Aufnahmen von Zeichen anderer Stationen kann nicht nur durch Vermehrung der zusammenwirkenden Impulse vermindert werden, sondern auch dadurch, dass die einzelnen Impulse entsprechend ausgewählt werden und in der Reihenfolge der Erzeugung eine gewisse Ordnung eingehalten wird.

Die gewählte Apparatverbindung für nur zwei Empfänger ist aus den Fig. 1 und 2 zu ersehen. Es lässt sich aus diesen Schaltungen ebenfalls leicht erkennen, wie die Verbindung beschaffen sein muss, wenn mehrere Sender und Empfänger mit einander kombiniert werden. S_1 und S_2 in Fig. 1 stellen spiralförmig gewundene Drähte dar, deren innere Enden mit dem Luftleiter L_1 bezw. L_2, und deren äussere Enden über den Abzweigepunkt x mit der Erde E verbunden sind. Die auf diese Weise geschaffenen Schwingungssysteme, bei welchen die Luftleiter in Flächen von grosser Kapazität K_1, K_2 enden, haben verschiedene Schwingungsperioden und sind so eingerichtet, dass der Schwingungsbauch in die Kapazitätsflächen K_1 bezw. K_2 zu liegen kommt. Die elektrischen Schwingungen werden auf diese beiden Schwingungskreise durch die Primärspulen P_1 und P_2 induktiv übertragen. Um die Frequenz der Schwingungen zu regeln sind in den Schwingungskreis dieser

sehr nahe um die Sekundärspulen gelegten Primärspulen regulierbare Induktanzrollen J_1 und J_2 eingeschaltet. Von dem die beiden Induktanzrollen verbindenden Drahte geht bei F eine Abzweigung zu dem gezahnten Rade M, welche wieder mit der Erde E verbunden ist. Das zweite Ende der Primärspulen führt zu je einem der beiden Kondensatoren C_1 und C_2. Der zweite Belag dieser Kondensatoren steht mit einem der beiden Bürstenhalter B_1 und B_2 in Verbindung. Zwischen den Bürsten b, die von den Bürstenhaltern getragen werden, und den Zähnen z des Rades M entstehen die Funkenstrecken n. Das Rad M wird durch einen geeigneten Mechanismus während der Nachrichtenabgabe in fortwährende gleichmässige Drehung versetzt. Auf diese Weise entstehen zwei von einander vollkommen unabhängige Primärkreise. Die Kondensatoren C_1 und C_2 haben eine solche Kapazität und die Induktanzrollen J_1 und J_2 sind so abgeglichen, dass jeder Primärkreis in genauer Resonanz mit seinem Sekundärkreis steht. Die Bürstenhalter B_1 und B_2 lassen sich nun im Winkel so verstellen, dass jedes gewünschte Zeitintervall zwischen den Entladungen in den beiden Primärkreisen eingehalten werden kann.

Wird die Scheibe M in Drehung versetzt, so stellen sich in regelmässig wiederkehrenden Zeiträumen die Funkenstrecken n her und wird daher, so lange die Stromquelle S in Tätigkeit ist, die Entladung der Kondensatoren, durch ihre Schwingungskreise in rascher Aufeinanderfolge stattfinden. Die Ladung der Kondensatoren erfolgt durch eine Stromquelle S von sehr hohem Potentiale.

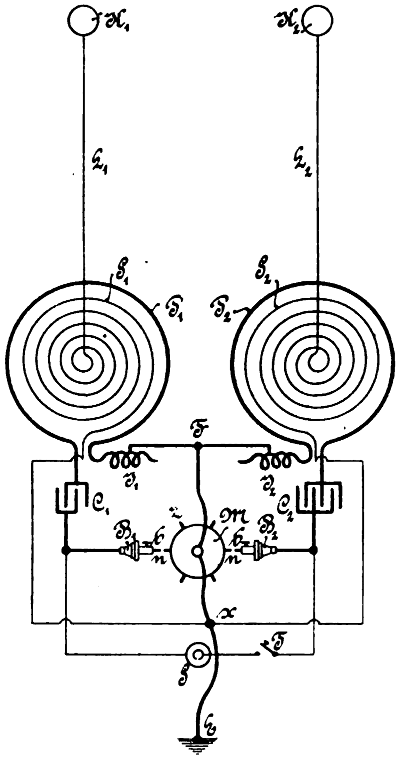


Fig. 1.

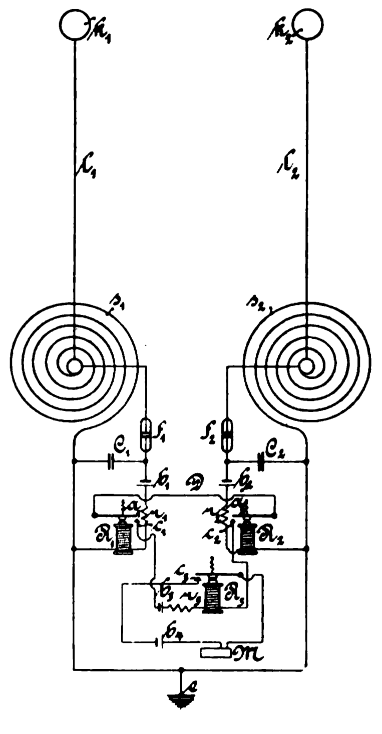


Fig. 2.

Ist demnach die Stromquelle in Tätigkeit, so werden die beiden Sekundärsysteme K_1, S_1, E und K_2, S_2, E in Schwingungen versetzt, wobei jedes der Systeme eine andere Schwingungsperiode hat. Die Bürstenhalter werden nun zu den Zähnen z des Rades M so eingestellt, dass die Entladungen für beide Systeme entweder gleichzeitig oder in so enger Aufeinanderfolge stattfinden, dass die Einwirkung der Wellen auf den Empfänger entweder eine gleichzeitige oder nahezu gleichzeitige ist.

Die auf diese Weise von der Sendestation ausgehenden Schwingungen treffen die Empfangsstation (Fig. 2), die zwei ähnliche Schwingungssysteme k_1, s_1, e und k_2, s_2, e hat, welche so abgestimmt sind, dass jede nur auf die von einem bestimmten Schwingungskreise des Senders erzeugten Schwingungen anspricht. An die beiden Enden der Spiralen s_1 und s_2 ist ein Lokalstromkreis angeschaltet, in welchem sich ein empfindlicher Wellenanzeiger, etwa ein selbstentfrittender Fritter f_1, f_2 befindet. Die diesen über die beiden Kondensatoren C_1 und C_2 führenden Stromkreisen aufgezwungenen Schwingungen machen die Fritter f_1 und f_2 leitend und schliessen diese hierdurch den Stromkreis der beiden Batterien b_1 und b_2, in welchen die beiden hochempfindlichen Relais R_1 und R_2 unter Vorschaltung der beiden regulierbaren Widerstände r_1 und r_2 eingeschaltet sind. Hierdurch werden die beiden Anker a_1 und a_2 angezogen, schliessen die Kontakte c_1 und c_2 und dadurch den Stromkreis der Batterie b_3, in welchem das Relais R_3 und der Vorschaltewiderstand r_3 sich befinden. Das Relais R_3 zieht den Anker an, schliesst den Kontakt c_3 und bringt die Batterie und den eigentlichen Empfangsapparat M zur Wirkung. Wie hieraus zu ersehen ist, können Nachrichten nur dann aufgezeichnet werden, wenn die beiden Relais R_1 und R_2 gleichzeitig wirken, da nur dann der Stromkreis der Batterie b_3 geschlossen wird. Wird demnach nur einer der beiden empfangenden Schwingungskreise durch von anderer Seite ausgehende hormonische Wellen betätigt, so übt dies keinen Einfluss auf den Empfangsapparat aus. Dass von zwei verschiedenen Stationen gleichzeitig Wellen entsendet werden sollten, deren Länge der Abstimmung der beiden Empfänger entspricht, ist sehr wenig wahrscheinlich. Diese Wahrscheinlichkeit wird um so geringer, je mehr Schwingungskreise in der Empfangsstation gleichzeitig betätigt werden müssen, um den eigentlichen Empfangsapparat zum Ansprechen zu bringen.

In dieser Beziehung ist bei diesem System die Gefahr der Störung durch von einer anderen Stelle entsendete Nachrichten so ziemlich beseitigt, doch wird eine Geheimhaltung der zwischen zwei nach diesem Systeme eingerichteten Stationen zu vermittelnden Nachrichten, wie dies eine kurze Betrachtung der Einrichtung lehrt, nicht vollkommen gewährleistet. Die von den beiden Sendeschwingungskreisen ausgehenden Wellen müssen in der Empfangsstelle gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig eintreffen, um dortselbst zur Wirksamkeit zu kommen. Wird nun eine abstimmbare Empfangsstelle mit nur einem Schwingungskreis, auf eine der beiden Wellenlängen dieses Senders eingestellt, was sich mit Hilfe des *Dr. Köpsel*schen Mikrophonempfängers oder unter Zuhilfenahme des vom Grafen *Arco* erfundenen Wellenmessers leicht erreichen lässt, so ist diese Station sofort in der Lage, die eben in der Vermittelung begriffene Nachricht abnehmen zu können. Es wird demnach bei diesem Systeme, welches jedenfalls einen bedeutenden Fortschritt bildet, die Sicherheit der Uebermittelung von Nachrichten wesentlich gefördert, die Geheimhaltung aber nicht vollkommen gesichert.

A. P.

Namen- und Sach-Register

zu

Dinglers Polytechnisches Journal.

Band 318. Vierundachtzigster Jahrgang. 1903.

* bedeutet: Mit Abbildungen.

Namenregister.

A.

B.

C.



I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Y.

Z.

Sachregister.

A.

B.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

K.

L.

M.

O.

P.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Für die Redaktion verantwortlich: Professor M. Rudeloff in Gross-Lichterfelde-West, Fontanestrasse.
Verlag: Richard Dietze, Verlagsbuchhandlung (Dr. R. Dietze) in Berlin. Druck: Berthold Steuer & Co. in Berlin S. 42.



